



RORAIMA

Revista Científica de Ingeniería y Tecnologías Emergentes

VOLUMEN 1

NÚMERO 1

NOVIEMBRE 2025

Más Allá del Mapa

Simulación
Geoespacial
Inmersiva con
Gemelos Digitales

RCM en Acción

El Mantenimiento
Centrado en
Confiabilidad que
Dispara la Eficiencia en

El Mapa Cibernético

Los lineamientos
esenciales para blindar
los proyectos de la UPT
Bolívar

Universidad 4.0

La era del HOLOGRAMATISMO. el
Futuro Post-Pandemia de la
Enseñanza

El Nexo Interdisciplinario

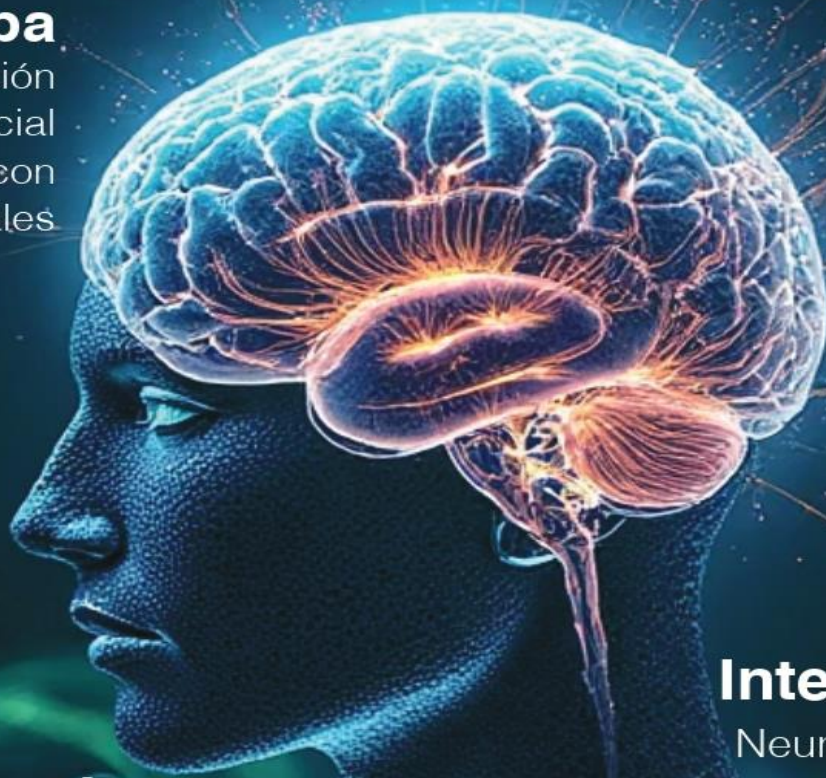
Neurociencia, Re-ligancia
y el Camino a la
Innovación Responsable

El Ojo Crítico de la Química

Nuevos Métodos de Control: Del mineral de
hierro a la bebida carbonatada

El Pulmón Verde de Guayana Bajo la Lupa

Descubra el valor ecológico de las áreas verdes del
Parque Cachamay





Universidad Politécnica Territorial

Estado Bolívar-Venezuela

Revista Científica RORAIMA

Vol 1, N.º1, Noviembre 2025

Ciudad Bolívar. Estado Bolívar-Venezuela

Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar – UPT.

Calle Igualdad, cruce con Rosario y Progreso, sede UPTBolívar, N° 28, casco histórico de Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar - República Bolivariana de Venezuela.

<https://www.uptbolivar.com/portal/index>

Todo el material publicado en esta revista se encuentra bajo una licencia de acceso abierto. El contenido de esta publicación puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Atribución (Créditos): Se debe reconocer y citar explícitamente a los autores originales y la fuente de publicación (esta revista).

Fines No Comerciales: El uso debe ser estrictamente educativo y de divulgación científica. Queda prohibido obtener cualquier beneficio comercial o lucro a partir del material publicado.

Compartir Igual (Licenciamiento de Obras Derivadas): Si se crean obras derivadas, adaptaciones o modificaciones a partir del material original, estas deben publicarse bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

Cada autor es el único responsable legal por las reclamaciones de terceros relativas a la propiedad intelectual de su artículo, incluyendo derechos de autor, patentes y uso de material con licencia. La revista y su equipo editorial no asumen responsabilidad por dichas reclamaciones.

Diseño y Diagramación

Dr. C. Hernán Rodríguez ;

RORAIMA



Equipo editorial

Director

Dr. C. Hernán Rodríguez Mezones

Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar

Editor Jefe

Dra. Jeannette Guipe

Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar



Compromiso Fundacional y Gratitud

Volumen 1, Número 1 – Revista Científica de Ingeniería y Tecnologías Emergentes **RORAIMA**

Es con profundo orgullo y solemne satisfacción que presentamos a la comunidad académica nacional e internacional el primer número de la **Revista Científica de Ingeniería y Tecnologías Emergentes RORAIMA**, un hito largamente gestado por la **Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTEB)**. Este lanzamiento no es solo la materialización de un proyecto editorial, sino la firme declaración de nuestro compromiso institucional con la difusión del conocimiento y la promoción de la investigación en las fronteras de la ingeniería, ciencia y tecnología. El nacimiento de esta revista ha sido posible gracias a la convergencia de la excelencia profesional y la dedicación incansable de múltiples actores a quienes debemos expresar nuestra más sincera gratitud.

A los Distinguidos Autores

Extendemos un reconocimiento especial a los autores que han confiado en **RORAIMA** para la publicación de sus trabajos fundacionales. Su rigor científico, originalidad y dedicación son el cimiento sobre el cual se erige la credibilidad de este nuevo medio. Su valiosa contribución establece el alto estándar de calidad que mantendremos en las ediciones futuras.

Al Invaluable Comité Editorial y Científico

Nuestra gratitud se dirige con especial énfasis al **Comité Editorial** y a los **Evaluadores Científicos (peer-review)**. Su labor desinteresada, ética e invaluable en la revisión y el arbitraje, ha garantizado la pertinencia, validez y excelencia metodológica de cada artículo incluido en este volumen inaugural. Su compromiso con el proceso editorial es la verdadera garantía de calidad de la revista.

Al Esencial Equipo Técnico y de Producción

Agradecemos profundamente al Equipo Técnico, de Diseño y de Producción, quienes han transformado los manuscritos en esta publicación formal y accesible. Su esfuerzo logístico, meticulosidad y excelencia técnica en la maquetación y difusión han sido cruciales para el éxito tangible de esta primera edición.

A la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar

Finalmente, expresamos nuestra reverente gratitud a las Autoridades de la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar por el apoyo institucional irrestricto, la visión estratégica y el impulso fundacional que hicieron posible este sueño. Este primer número es un testimonio vivo del potencial investigativo de nuestra región y un faro para las tecnologías emergentes. Con esta promesa, reafirmamos nuestro compromiso inquebrantable de mantener a la **Revista Científica RORAIMA** como una plataforma dedicada a la difusión del conocimiento, la innovación y la excelencia académica en los años venideros.

Atentamente,

Dr. C. Hernán Rodríguez Mezones
Director

Revista Científica de Ingeniería y Tecnologías Emergentes **RORAIMA**.

Contenido

Palabras del Director.....	1
Palabras del Editor.....	2
Análisis Fitosociológico del Inventario Arbóreo en Áreas Verdes Urbanas de la Parroquia Cachamay, Ciudad Guayana, Estado Bolívar.....	3
El Enfoque Hologramático y su Impacto en la Formación Universitaria: Articulación de la Educación Pertinente con las Tecnologías de la Información y Comunicación.....	14
Neurociencia, Re-Ligancia E Investigación Tecnológica: un Paradigma Interdisciplinario para la Innovación Responsable.....	29
Software especializado como Estrategia Didáctica en la formación de estudiantes en Geociencias: Experiencias en Latinoamérica.....	43
Impacto Antrópico en la Laguna de los Francos, Parroquia Catedral, Ciudad Bolívar, Venezuela.....	57
Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para la Celda De Sello del Calcinador Cal-45-102 de C.V.G. Bauxilum.....	73
Modelo para la gestión de los Proyectos Socio Integradores (PSI) en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Venezuela.....	87
Evaluación de las políticas de seguridad aplicadas a proyectos informáticos en la UPT Bolívar y diseño de lineamientos para su fortalecimiento Cibernético.....	103

Palabras del Director

Bienvenidos a la Cima del Conocimiento Global: El Lanzamiento de Roraima. Estimados colegas, investigadores y líderes de pensamiento de toda la comunidad universitaria.

Con una profunda convicción en el poder de la ciencia y la tecnología para transformar nuestro futuro, me dirijo a ustedes para marcar el hito trascendental del lanzamiento de Roraima, el número inaugural de nuestra revista científica de ingeniería y de tecnologías emergentes. Este no es simplemente el inicio de una publicación; es la inauguración de una plataforma dedicada a la elevación del conocimiento y la disolución de fronteras académicas, cimentada en la excelencia y la vanguardia.

El nombre que hemos elegido, Roraima, encarna nuestra filosofía. Al igual que el majestuoso tepuy se erige como un punto de encuentro geográfico entre Venezuela, Brasil y Guyana, nuestra revista aspira a ser el punto de convergencia intelectual para la comunidad científica global. Simboliza la necesidad de mirar hacia arriba, de escalar las cimas de la investigación de vanguardia, y la belleza intrínseca de la diversidad de pensamiento

que surge del cruce de culturas, metodologías y disciplinas. Roraima es, por tanto, una promesa: ser un puente robusto para la disseminación de descubrimientos de alto impacto, independientemente de su origen. Extendemos una cordial y efusiva bienvenida a la comunidad global. A los talentosos investigadores de la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, y a cada autor proveniente de cualquier institución, país o latitud del planeta: esta es su casa. Los invitamos a contribuir con su visión más audaz, sus hallazgos más disruptivos y sus soluciones tecnológicas más innovadoras. Nuestro compromiso es publicar solo aquella investigación que defina el mañana.

primer paso en un ascenso ininterrumpido hacia nuevas cimas de entendimiento compartido. La revista Roraima se dedica a ustedes, los forjadores del futuro.

Dr. C. Hernán Rodríguez Mezones
Director

Palabras del Editor

Estimados lectores,

Es un honor y un privilegio darles la bienvenida a la Revista Roraima, una iniciativa que marca un hito en el ámbito de la ingeniería y la tecnología emergente, respaldada por la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBOLIVAR). Este primer número no solo representa el inicio de un nuevo capítulo en la difusión del conocimiento científico, sino también un compromiso firme con la excelencia y la innovación. En un mundo donde la tecnología avanza a pasos agigantados, la necesidad de un espacio dedicado a la investigación y el desarrollo se vuelve imperativa. La Revista Roraima nace con la misión de ser un faro de conocimiento, un punto de encuentro para académicos, profesionales y estudiantes que buscan no solo entender, sino también contribuir a las transformaciones que están redefiniendo nuestra realidad. Este volumen inaugural reúne una selección de investigaciones de vanguardia que abordan cuestiones críticas en nuestra disciplina. Desde los avances en inteligencia artificial y su impacto en los

procesos de tecnológicos, hasta soluciones innovadoras en energías sostenibles. Estamos convencidos de que estas contribuciones no solo informarán, sino que también inspirarán a futuras generaciones de ingenieros y científicos. Agradecemos profundamente a nuestros autores, revisores y al equipo editorial por su dedicación y pasión. Sin su esfuerzo incansable, este sueño no habría podido hacerse realidad. También invitamos a nuestros lectores a ser parte activa de esta comunidad, compartiendo sus ideas, investigaciones y visiones para el futuro. La Revista Roraima, en colaboración con la UPTBOLIVAR, se convierte así en un espacio donde la curiosidad y la creatividad se encuentran, y donde el conocimiento se transforma en acción. Juntos, podemos enfrentar los retos del mañana y construir un futuro más brillante y sostenible. Les deseo una lectura enriquecedora y estimulante.

Con gratitud,

Dra. Jeannette Güipe

Editor Jefe



Análisis Fitosociológico del Inventario Arbóreo en Áreas Verdes Urbanas de la Parroquia Cachamay, Ciudad Guayana, Estado Bolívar

Phytosociological Analysis of the Tree Inventory in Urban Green Areas of the Cachamay Parish, Ciudad Guayana, Bolívar State.

Morellys D. Lozano D¹, Nairobis D. López M.², Neldys C. Ordoñez L.³, José L. Castro S.⁴

1 Ingeniera del Ambiente y de los Recursos Naturales. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58414-4692767, e-mail: mlozanodore@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-2812-4441>.

2 Ingeniera en Minas. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58424-9070588, e-mail: nairobislopezm@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0009-0136-0482>.

3 Ingeniera Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58412-4842498, e-mail: ordonezneldys@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-4757-6400>.

4 Licenciado en química. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58412-8720070, e-mail: jlcastros78@gmail.com, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0009-5786-4743>.

Recibido: 04/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

El presente estudio analizó el inventario fitosociológico arbóreo en 10 parches urbanos de la Parroquia Cachamay, Ciudad Guayana, Venezuela, para analizar su composición, estructura y dinámica de las comunidades vegetales con un DAP mayor de 10 cm. Se identificaron 18 familias, siendo las más frecuentes Fabaceae y Bignoniaceae. Con mayor población *Platymiscium pinnatum*, seguido por la exótica *Albizia lebbek*, desplazando a la nativa *Copaifera officinalis*. *Ceiba pentandra* presentó el mayor DAP. Se detectaron 7 especies no nativas introducidas por su rápido crecimiento y de los 499 árboles inventariados, solo 188 presentaron parásitas Loranthaceae. En 9 de los parches acaecieron incendios por la gran acumulación de desechos. Los resultados resaltan la necesidad de estrategias de gestión y conservación que promuevan la biodiversidad nativa y la funcionalidad ecológica en estos entornos urbanos.

Palabras clave: fitosociología urbana, áreas verdes urbanas, inventario forestal urbano, fitosanitario, Bosque seco tropical.

Abstract

The present study analyzed the phytosociological inventory of trees in 10 urban patches of the Cachamay Parish, Ciudad Guayana, Venezuela, to examine the composition, structure, and dynamics of plant communities with a DBH greater than 10 cm. Eighteen families were identified, with Fabaceae and Bignoniaceae being the most frequent. With the highest population, *Platymiscium pinnatum*, followed by the exotic *Albizia lebbek*, displacing the native *Copaifera officinalis*. *Ceiba pentandra* exhibited the largest DBH. Seven non-native species were detected, introduced due to their rapid growth, and out of the 499 inventoried trees, only 188 exhibited Loranthaceae parasites. In 9 of the patches, fires occurred due to the large accumulation of waste. The results highlight the need for management and conservation strategies that promote native biodiversity and ecological functionality in these urban environments.

Keywords: urban phytosociology, urban green areas, urban forest inventory, phytosanitary, Tropical dry forest.



1. Introducción

Las áreas verdes urbanas (AVU) representan microecosistemas insertos en la matriz modelada de las ciudades y su estudio depende de la ecología urbana, desempeñando un papel crucial en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad [1]. Estos espacios, que incluyen parques, plazas, jardines, corredores y fragmentos de vegetación nativa, actúan como refugios para la flora y fauna, contribuyen a la regulación del clima local, mejoran la calidad del aire y del agua, y ofrecen oportunidades para la recreación y el contacto con la naturaleza [2], [3].

Asimismo, la disciplina que estudia la composición, estructura y dinámica de las comunidades vegetales en relación con su ambiente es el análisis fitosociológico. Esta se ha convertido en una herramienta fundamental para comprender el valor ecológico de las AVU [4]. Estudios realizados en diversas ciudades a nivel global, como las de México, Chile, Uruguay y Costa Rica, han demostrado la importancia de estos parches urbanos y periurbanos en la preservación de la flora nativa y el mantenimiento de la biodiversidad regional [5]–[8].

En Venezuela, investigaciones pioneras realizadas alrededor del año 2000 en ciudades como Caracas y Valencia resaltaron el papel de las AVU en la conservación de remanentes de bosques y su contribución a la calidad de vida de los habitantes [9], [10].

Ahora bien, es en el estado Bolívar, donde se encuentra la mayor representación del bosque original, sin embargo, el conocimiento detallado de la fitosociología de las AVU en Ciudad Guayana al ser la unidad ciudad planificada en Venezuela, aún es limitado, en su parroquia Cachamay alberga diversas áreas verdes urbanas que, a pesar de su importancia potencial, enfrentan diversas presiones antrópicas. Comprender la composición y estructura de la vegetación leñosa en estos parches es crucial para diseñar estrategias de manejo que promuevan la conservación de la biodiversidad local y la funcionalidad ecológica de estos espacios.

En este contexto, el presente estudio se propuso analizar el inventario fitosociológico arbóreo en parches urbanos con el objetivo de caracterizar su composición florística,



identificar especies dominantes, detectar la presencia de especies no nativas y evaluar las principales perturbaciones que afectan a estas áreas.

2. Fundamentos Teóricos

La fitosociología o sociología vegetal, es una rama de la ecología que se enfoca en el estudio de las poblaciones y comunidades vegetales, analizando su composición florística, estructura, distribución espacial y temporal, así como las interacciones en los diferentes ecosistemas [11], [12]. Dicha ciencia toma como herramienta base los inventarios fitosociológicos para la aplicación de esta disciplina, permitiendo la descripción cuantitativa de las comunidades mediante parámetros de frecuencia, densidad y dominancia de las especies.

En el contexto urbano, la fitosociología adquiere una relevancia debido a la fragmentación de los hábitats naturales y la creación por el hombre como ente modelador de nuevos ecosistemas condicionados como por ejemplo: plazas, parques, redomas, y corredores entre la calzada, entre otros) teniendo como nombre Áreas Verdes Urbanas (AVU) [13]. Las áreas verdes urbanas, aunque a menudo pequeñas y aisladas, pueden albergar una diversidad significativa de especies y proporcionar importantes corredores ecológicos [14]. El análisis fitosociológico en estos entornos permite evaluar la capacidad de estos parches para mantener la biodiversidad nativa, identificar la presencia y el impacto de especies exóticas, y comprender los efectos de negativos antrópicos.

Por otro lado, el concepto de Valor de Importancia (VI) es un índice sintético comúnmente utilizado en este tipo de estudios para expresar la significancia ecológica de una especie dentro de una comunidad vegetal [15]. Este índice combina medidas de abundancia relativa (densidad relativa), distribución (frecuencia relativa) y tamaño (dominancia relativa), proporcionando una visión integral del papel de cada especie en la estructura del bosque, en este caso del parche. Es por eso que, el estudio de la fitosociología urbana también se relaciona con la biogeografía de islas y la teoría de las metapoblaciones, ya que los parches de vegetación urbana pueden considerarse "islas" de hábitat inmersas en un "mar" de desarrollo urbano [16], [17]. El tamaño, la forma, el aislamiento y la calidad de estos parches



influyen en la diversidad de especies que pueden albergar y en la persistencia de sus poblaciones y comunidades.

Finalmente, la comprensión de la fitosociología de las áreas verdes urbanas es fundamental para la planificación y gestión urbana sostenible. Los resultados de estos estudios pueden informar la selección de especies nativas para programas de arborización, la implementación de estrategias para el control de especies invasoras, y el diseño de espacios verdes que maximicen sus beneficios ecológicos y sociales.

3. Métodos, Materiales y Equipos

3.1 Área de Estudio: Parroquia Cachamay, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela.

3.2 Selección de Parches: Se seleccionaron 10 parches de vegetación urbana representativos de la diversidad de áreas verdes presentes en la parroquia cachamay por ser el área (parques, plazas con vegetación establecida, fragmentos de vegetación remanente). La delimitación se realizó mediante observación directa y apoyo de imágenes satelitales.

3.3 Diseño del Muestreo:

Se seleccionaron 10 parches como muestra para inventariar árboles leñosos con Diámetro a la altura del Pecho, es decir a 130 cm de distancia del suelo, (DAP) mayor de 10 cm. Los parches que cubrían mayor superficie se dividieron en parcelas dependiendo de la extensión de cada parche.

3.4 Inventario Fitosociológico:

- **Medición de variables:** Para cada árbol con un DAP mayor a 10 cm se midió utilizando una cinta diamétrica, y se midió la altura total con un hipsómetro forestal.
- **Identificación botánica:** Los individuos no identificados in situ fueron marcados y se recolectaron muestras de material vegetativo (hojas, flores o frutos si estaban presentes). Las muestras se herborizaron siguiendo técnicas estándar y se identificaron mediante claves taxonómicas especializadas también se compararon con ejemplares del herbario del libro rojo de fauna venezolana.



- **Registro de parásitos:** Se registró la presencia de plantas parásitas de la familia Loranthaceae en 188 árboles inventariados, así como una estimación cualitativa de la intensidad de la infestación (leve, moderada, severa) basada en la proporción de la copa del árbol afectada.
- **Evidencia de perturbaciones:** Se documentó la presencia de signos de perturbaciones antrópicas, incluyendo la presencia de quemaduras en troncos o vegetación circundante (indicativo de incendios) y la acumulación de desechos domésticos dentro o en los márgenes de los parches.

3.5 Equipos y Materiales:

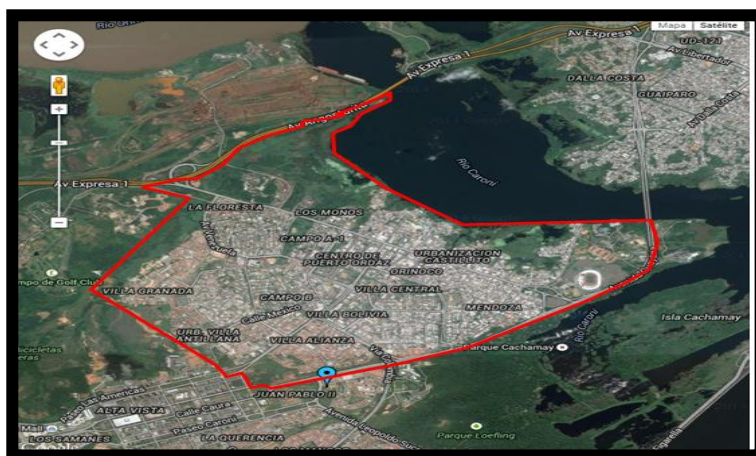
- Cinta diamétrica
- GPS (para georreferenciación de los parches)
- Hipsómetro forestal
- Libreta de campo y lápiz
- Bolsas de papel para recolección de muestras botánicas
- Prensa de herbario y materiales para herborización (papel periódico, cartón, correas)
- Cámara fotográfica (para documentación)
- Guías de campo y claves taxonómicas
- Software IBM SPSS Statistics.

4. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

4.1 Localización Geográfica del área de estudio.

Parroquia Cachamay de Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, Municipio Caroní del Estado Bolívar.

Imagen 1. Localización Geográfica de las áreas verdes urbanas de la Parroquia Cachamay.



4.2 Composición Florística:

Se identificaron 18 familias botánicas representadas por más de 35 especies de árboles leñosos en los 10 parches urbanos inventariados. En la Tabla 1 se muestra la frecuencia de las diferentes familias de plantas encontradas, dominada en frecuencia por Fabaceae, seguida por Bignoniaceae y Malvaceae en tercer lugar.

Tabla 1. Frecuencia de las familias botánicas identificadas en las áreas verdes urbanas de la Parroquia Cachamay.

FAMILIAS	FRECUENCIA	FAMILIAS	FRECUENCIA
Anacardiaceae	15	Malvacea	1
Arecaceae	3	Meliaceae	7
Bignoniaceae	54	Mimosáceas	1
Cactáceas	1	Moraceae	7
Chrysobalanae	1	Myrtaceae	19
Dilleniaceae	2	Palmae	6
Euphorbiaceae	1	Rhamnaceae	4
Fabaceae	327	Sapindaceae	1
Malvaceae	46	Urticaceae	3
Total			499



También se procedió a analizar a las familias con su respectiva frecuencia absoluta (FA) y frecuencia relativa (FR). La familia Fabaceae fue la más frecuente, presente en 9 de los 10 parches (FR = 90%), seguida por Bignoniaceae, observada en 7 parches (FR = 70%). Otras familias con una frecuencia notable incluyeron Mimosaceae (FA = 6, FR = 60%), Moraceae (FA = 5, FR = 50%) y Malvaceae (FA = 4, FR = 40%), se puede observar detalladamente en la Tabla 2.

Tabla 2. Frecuencia de las familias botánicas identificadas en las áreas verdes urbanas de la Parroquia Cachamay.

Familia	Frecuencia Absoluta (FA)	Frecuencia Relativa (FR) (%)
Fabaceae	9	90.0
Bignoniaceae	7	70.0
Mimosaceae	6	60.0
Moraceae	5	50.0
Malvaceae	4	40.0
Total		100.0

4.3 Estructura de la Vegetación Arbórea:

El análisis de los parámetros fitosociológicos a nivel de especies reveló una estructura dominada por *Platymiscium pinnatum*. La Tabla 3 presenta los valores de Frecuencia Relativa (FR), Densidad Absoluta (DA), Densidad Relativa (DR), Dominancia Absoluta (DoA), Dominancia Relativa (DoR) y Valor de Importancia (VI) para las especies con mayor VI. *Platymiscium pinnatum* exhibió el VI más alto (123.6%), impulsado por su alta densidad relativa (28.5%) y dominancia relativa (25.1%). *Albizia lebbbeck*, una especie exótica, ocupó el segundo lugar en VI (117.2%) debido a su elevada densidad absoluta (58.7 ind/ha) y densidad relativa (37.0%). *Copaifera officinalis*, una especie nativa característica del BST, presentó un VI de 78.9%, significativamente menor que las dos especies anteriores. *Ceiba pentandra* destacó por su mayor diámetro promedio, contribuyendo a una dominancia relativa del 12.1% a pesar de su menor densidad.



**Tabla 3. Parámetros fitosociológicos de las especies arbóreas con mayor Valor de
 Importancia (VI) en las áreas verdes urbanas de la Parroquia Cachamay.**

Especie	Familia	FR (%)	DA (ind/ha)	DR (%)	DoA (m ² /ha)	DoR (%)	VI (%)
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Fabaceae	70.0	45.2	28.5	3.1	25.1	123.6
<i>Albizia lebbek</i>	Fabaceae	60.0	58.7	37.0	2.5	20.2	117.2
<i>Copaifera officinalis</i>	Fabaceae	50.0	22.6	14.3	1.8	14.6	78.9
<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	40.0	6.3	4.0	1.5	12.1	56.1

4.4 Presencia de Especies No Nativas:

Se identificaron siete especies arbóreas no nativas en los parches estudiados: *Mangifera indica*, *Azadirachta indica*, *Terminalia catappa*, *Casuarina equisetifolia*, *Delonix regia*, *Samanea saman* y *Tectona grandis*. Estas especies se encontraron en diferentes parches y representaron una proporción variable del inventario total, evidenciando la influencia de introducciones antrópicas en la composición florística de las AVU.

4.5 Perturbaciones Antrópicas y Parasitismo:

De los 10 parches inventariados, 9 mostraron evidencias de afectaciones por impactos antrópicos; entre ellos, signos de incendios (troncos quemados, sotobosque afectado) en 6 parches, y acumulación de desechos sólidos (plásticos, escombros, etc.) en 8 parches.

Se registró la presencia de parásitas de la familia Loranthaceae en 188 árboles de diversas especies. La intensidad de la infestación se clasificó como leve en 75 árboles, moderada en 68 árboles y severa en 45 árboles mayormente en las Bignoniaceae, lo que sugiere un impacto significativo del parasitismo en la salud de la vegetación arbórea urbana en especies nativas.

Ahora bien, el estudio presenta resultados que coinciden fuertemente con las tendencias observadas en inventarios arbóreos de áreas verdes urbanas (AVU) en Venezuela, en la ciudad de Valencia se observa el contraste entre el Jardín Botánico con vegetación nativa y complejidad estructural y una mayor riqueza de especies de aves, y la Plaza Montes



de Oca con mayor intervención humana con simplificación de las estructuras de hábitats y su consecuente pérdida de servicios ecosistémicos clave para la fauna.

Tal es el caso de otras ciudades de la región tropical como en la Habana, Cuba y Santo Domingo, República Dominicana, al analiza las agrupaciones de plantas, sus interacciones y su dependencia frente al medio, especialmente en la dominancia de especies introducidas de rápido crecimiento como por ejemplo de la *Albizia lebbbeck*.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente, el análisis fitosanitario evidencia una composición florística equitativa entre las especies nativas del bosque seco tropical original y las no nativas, dominada principalmente por *Platymiscium pinnatum* indicando su fácil adaptación a los entornos urbanos desfavorables, pero la alta presencia de la especie exótica *Albizia lebbbeck* sugiere un eventual desplazamiento de la flora nativa. Esta decisión de sembrar especies no nativas por las autoridades es motivada por su característico crecimiento acelerado, pero presentándose en alguno casos impactos alelopáticos considerables. De modo que, se hace imperativa la necesidad de planes de acción que consideren los criterios ecológicos para la arborización urbana.

Destacando que el 90% de los parches son afectados constantemente por desechos domésticos en grandes volúmenes para luego ser incinerados a cielo abierto, representando amenazas significativas para la integridad ecológica de estos parches, afectando su capacidad para mantener la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos de calidad.

6. Agradecimientos

Extendemos nuestro sincero reconocimiento al profesor Gabriel Picón y a su ONG Fundación Dos Aguas por su valioso apoyo al facilitar el acceso a recursos que contribuyeron a la realización de esta investigación. Asimismo, a la profesora Judith Rosales por colaborarnos con su experiencia en el reconocimiento de las especies que fueron cruciales para la correcta identificación del material vegetal.



7. Referencias

- [1] D. J. Nowak and J. F. Dwyer, "Understanding the benefits and costs of urban forests," in *Trees and Forests in Cities: History, Planning, and Management*, R. J. Hauer, L. W. Werner, and J. C. Dawson, Eds. New York, NY, USA: Springer, 2007, pp. 25-46.
- [2] P. Bolund and S. Hunhammar, "Ecosystem services in urban areas," *Ecological Economics*, vol. 29, no. 2, pp. 293-301, 1999.
- [3] S. T. A. Pickett *et al.*, *Urban Ecological Systems: Linking Ecological Theory and Environmental Problem Solving*. New York, NY, USA: Springer, 2011.
- [4] M. Kent, *Vegetation Description and Data Analysis: A Practical Approach*, 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2012.
- [5] E. Ezcurra, M. Equihua, J. López-Portillo, and A. de Alba, "The effects of land-use history on the vegetation of the volcanoes of central Mexico," *Journal of Vegetation Science*, vol. 2, no. 6, pp. 735-744, 1991.
- [6] M. T. K. Arroyo, L. A. Cavieres, C. Marticorena, and M. Muñoz-Schick, "Plant invasions in Chile: patterns and processes," in *Ecología del Fuego y Especies Invasoras en Ecosistemas Mediterráneos*, F. Valladares, N. García-Verdugo, and E. I. Pupo-Ferraz, Eds. Alcalá de Henares, Spain: Fundación General de la Universidad de Alcalá, 2006, pp. 137-160.
- [7] A. Cuchietti and J. L. Casenave, "Composición florística y estructura del arbolado de alineación de la ciudad de Mendoza, Argentina," *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, vol. 45, no. 1-2, pp. 1-18, 2010.
- [8] M. E. Chacón-Eslava and G. Monge-González, "Estructura y composición florística del arbolado urbano en el cantón central de Cartago, Costa Rica," *Revista de Biología Tropical*, vol. 66, no. 4, pp. 1679-1694, 2018.
- [9] O. Huber and R. Riina, *Glosario Fitoecológico de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Fundación Fondo para la Conservación de la Naturaleza (FUDENA), 1997.
- [10] R. Duno de Stefano, G. A. Aymard, and O. Huber, Eds., *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, 2004.
- [11] J. Braun-Blanquet, *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1932.



- [12] V. Westhoff and E. van der Maarel, "The Braun-Blanquet approach," in *Ordination and Classification of Communities*, R. H. Whittaker, Ed. The Hague, Netherlands: Dr. W. Junk b.v. Publishers, 1973, pp. 617-726.
- [13] M. J. McDonnell and S. T. A. Pickett, "Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology," *Ecology*, vol. 71, no. 4, pp. 1232-1241, 1990.
- [14] R. T. T. Forman, *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995.
- [15] J. T. Curtis and R. P. McIntosh, "An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin," *Ecology*, vol. 32, no. 3, pp. 476-496, 1951.
- [16] R. H. MacArthur and E. O. Wilson, *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 1967.
- [17] I. Hanski, *Metapopulation Ecology*. Oxford, UK: Oxford University Press, 1999.
- [18] L. R. Holdridge, *Life Zone Ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center, 1967.
- [19] J. A. Steyermark, P. E. Berry, and G. Yatskievych, Eds., *Flora del Parque Nacional Canaima, Guyana Venezolana*. St. Louis, MO, USA: Missouri Botanical Garden Press, 1995-2005.
- [20] O. Hokche, P. E. Berry, and O. Huber, Eds., *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, 2008.
- [21] Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Accessed: May 2025.
- [22] C. Y. Jim, "Green-space management in urban areas: balancing economic demands and community needs," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 2, no. 2, pp. 81-97, 2003.
- [23] R. R. S. Vieira and F. D. B. Espírito-Santo, "Tree diversity and structure of urban green areas in the Amazonian city of Santarém, Pará, Brazil," *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 15, pp. 1-8, 2016.
- [24] N. M. Pasiecznik, P. J. C. Harris, and S. J. Smith, "*Albizia lebbek*: a promising multipurpose tree for agroforestry," *Forest Ecology and Management*, vol. 140, no. 1-2, pp. 1-14, 2001

El Enfoque Hologramático y su Impacto en la Formación Universitaria: Articulación de la Educación Pertinente con las Tecnologías de la Información y Comunicación

The Holographic Approach and its Impact on University Education: Articulating Relevant Education with Information and Communication Technologies

Hernán R., Rodríguez M.

Prof. Dr. C., Profesor Contratado. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTB).
Telf.: +58424-9517951, e-mail: hremezones@gmail.com. ORCID-Id <https://orcid.org/0000-0003-0947-749X>

Recibido: 04/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

El avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha generado una nueva sociedad caracterizada por la interconexión y una vasta cantidad de información, a la que se le denomina Sociedad del Conocimiento y el Aprendizaje. La investigación presentada tuvo como objetivo Develar Teóricamente la influencia de las TIC en la formación del conocimiento pertinente en estudiantes universitarios en un contexto post-pandemia. Se empleó una metodología Cualitativa con enfoque Fenomenológico. Los informantes clave fueron seis docentes universitarios entrevistados mediante un cuestionario semiestructurado. Los hallazgos confirmaron la influencia de las TIC en el proceso de formación del conocimiento pertinente en los estudiantes de educación superior.

Palabras Claves TIC, Conocimiento Pertinente, Educación Universitaria

Abstract

The advancement of Information and Communication Technologies (ICTs) has generated a new society characterized by interconnection and a vast amount of information, known as the Knowledge and Learning Society. This research aimed to theoretically reveal the influence of ICTs on the development of relevant knowledge in university students in a post-pandemic context. A qualitative methodology with a phenomenological approach was employed. The key informants were six university professors interviewed using a semi-structured questionnaire. The findings confirmed the influence of ICTs on the process of developing relevant knowledge in higher education students.

Keyword: ICTs, Relevant Knowledge, University Education

1.Introducción

La pandemia global de la COVID-19 precipitó una transformación abrupta en los sistemas educativos a nivel mundial, forzando el cierre de instituciones y la migración de aproximadamente \$1.5\$ billones de estudiantes y 60 millones de docentes a modelos de enseñanza a distancia. Este evento, si bien aceleró la digitalización en la educación, expuso de manera crítica las vulnerabilidades estructurales y las profundas desigualdades



socioeconómicas preexistentes. El paso inmediato al aprendizaje mediado por la tecnología convirtió la brecha digital caracterizada por la falta de conectividad y dispositivos en una innegable brecha educativa, exacerbando la polarización de los resultados de aprendizaje y la exclusión de grupos vulnerables. Adicionalmente, fenómenos como la fatiga por videollamada y la sobrecarga de actividades emergieron como nuevos obstáculos, comprometiendo la calidad del vínculo pedagógico y la efectividad del proceso formativo.

En el contexto venezolano, la transición forzada a la no presencialidad puso de manifiesto fallas estructurales históricas en la política de Tecnología Educativa. Proyectos de dotación de hardware, como el Proyecto Canaima, revelaron su insuficiencia al carecer de una red tecnológica de soporte y un seguimiento pedagógico efectivo, lo que impidió su rol como recurso viable durante el confinamiento. En la Educación universitaria, se hizo patente la disyunción entre la teoría y la práctica de las TIC; mientras que el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria (MPPEU) promueve una planificación interdisciplinaria, el uso práctico de las tecnologías se limitó al paradigma de la simplificación, utilizándolas primariamente como repositorios de contenido para la mera transmisión de conocimiento. Esta contradicción agudizó la desigualdad en el acceso y subrayó la urgencia de redefinir el rol de las TIC más allá de una función instrumental.

Frente a la necesidad de asegurar la continuidad educativa y sentar las bases para un modelo educativo post-pandemia, es imperativo transitar hacia esquemas híbridos y fortalecer la formación docente en el uso pedagógico y pertinente de las TIC. El contexto actual exige que los actores educativos se reinventen críticamente, enfocándose en la construcción del conocimiento pertinente, aquel que se articula directamente con la realidad social del estudiante. En este marco, el presente artículo busca develar teóricamente la influencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de formación del conocimiento pertinente en los estudiantes de Educación Universitaria, para una sociedad post pandemia. Para ello, se propone la construcción de una aproximación teórica denominada "Las TIC y el conocimiento pertinente: para una sociedad Post pandemia".



2. Marco Teórico

Desde una concepción compleja del conocimiento, enfatizando la necesidad de entender la relación entre el todo y las partes desde una perspectiva holística y hologramática [1],[2] El conocimiento pertinente se define como aquel que está en función del contexto global, multidimensional y social, orientado hacia la preservación de la vida y el bien común, en un marco de sostenibilidad planetaria [3]. En este sentido, el conocimiento vigente debe superar la fragmentación moderna y fomentar una visión integradora que reconozca la interdependencia entre los seres humanos, la sociedad y el planeta. Las TIC son presentadas como herramientas estratégicas esenciales para el acceso, producción, gestión y transformación del conocimiento en el siglo XXI, particularmente en el ámbito educativo. Se destaca que la sobreabundancia de información disponible no equivale automáticamente a conocimiento; para que la información se convierta en conocimiento es necesaria la reflexión crítica, el análisis y la contextualización [4],[5].

2.1 Principios del Conocimiento Pertinente

El conocimiento pertinente debe ser contextual, integrado y capaz de enfrentar la complejidad inherente a los problemas humanos y ambientales. El texto expone que el ser humano es un ente multidimensional—biológico, social, cultural, afectivo y racional y por tanto el conocimiento debe reflejar esta multidimensionalidad y su relación dialéctica con la sociedad y el entorno [6],[7]. Además, se resalta la importancia de la conciencia histórica y ecológica, referenciando pedagogos críticos como Paulo Freire, para situar el conocimiento en la realidad social concreta, implicando una transformación emancipatoria. En consecuencia, el conocimiento pertinente es también político y ético, vinculado a proyectos de sociedad democráticos y plurales, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible y la preservación planetaria.

2.2 Especificidades y Rol de las TIC en la Construcción del Conocimiento

Las TIC amplifican la capacidad humana para acceder, almacenar y compartir grandes cantidades de información de manera interdisciplinaria y transdisciplinaria. Su



implicación no es solo instrumental sino sistémica, pues modifican la relación que las personas mantienen con el conocimiento, el aprendizaje y la comunicación social [8],[9]. La educación y la gestión del conocimiento en la era digital requieren una apropiación crítica y contextualizada de las TIC. Esta incluye el desarrollo de habilidades para seleccionar y procesar información, ya que el acceso masivo a datos puede generar saturación sin necesariamente fomentar comprensión profunda [10]. Las TIC facilitan la colaboración, la resolución de problemas y la construcción de conocimiento colectivo, pero para ello es imprescindible superar brechas digitales y ofrecer formación continua a docentes y estudiantes.

2.3 Innovaciones en la Educación Mediadas por TIC: Educación a Distancia e Híbrida

Se abordan los retos y posibilidades que las TIC han suscitado en la educación, particularizando la experiencia pandémica que aceleró la modalidad de educación a distancia y derivó hacia modelos híbridos. Se recalca que la educación a distancia no es simplemente una traslación virtual del modelo presencial, sino que supone cambios profundos en la pedagogía, la relación docente-estudiante y la gestión del tiempo y los recursos [11], [12]. La educación híbrida (Blended Learning) se destaca como un modelo emergente que combina lo presencial con lo virtual, optimizando las fortalezas de ambos formatos para generar ambientes de aprendizaje flexibles, personalizados y colaborativos. Este modelo incorpora tecnología sin centralizarse en ella, poniendo énfasis en nuevas pedagogías activas, competencias digitales y la interacción significativa [13], [14]. Se identifican ventajas claras como la flexibilidad, personalización, ahorro de costos y acceso a recursos de excelencia académica, así como retos sustanciales como la brecha digital, dificultades de participación y motivación, y la necesidad de actualización constante de competencias docentes [15]. La formación docente, el diseño curricular flexible, la gestión de plataformas y el seguimiento de los estudiantes son claves para el éxito del modelo híbrido.



2.4 Retos Críticos en la Implementación de las TIC en Educación

Entre los desafíos se señala la persistente brecha digital en infraestructura y competencias, tanto en docentes como en estudiantes, lo que limita la equidad y la calidad educativa. También se alerta sobre la tentación de ver a la tecnología como un fin en sí misma en lugar de un medio para transformar la enseñanza y el aprendizaje [9], [16]. Asimismo, se detalla que la integración efectiva de las TIC requiere una reconfiguración de las prácticas pedagógicas, centradas en la construcción activa del conocimiento y no en la mera transmisión. El papel del docente se redefine como mediador, facilitador y motivador, cuyo conocimiento del contexto y habilidades interactivas son insustituibles. Por otro lado, se aborda la importancia de incorporar aspectos emocionales, corporales y socioculturales en el aprendizaje, que no pueden ser sustituidos por la virtualidad tecnológica. Esta visión integral es necesaria para un aprendizaje auténtico y significativo que prepare a los estudiantes para enfrentar problemáticas complejas del mundo contemporáneo.

3. Metodología

3.1 Enfoque, Paradigma y Método

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo y se realizaron dos tipos de investigación. El primer tipo fue documental, que sirvió como punto de partida y de apoyo centrado en la recopilación de información a partir de diversas fuentes documentales. En este sentido, el Manual de la UPEL (2012) [17] define la investigación documental como: “..al estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos.”

El segundo tipo, fue una investigación de campo de carácter descriptivo, interpretativo y con perspectiva crítica. En esta última, se trató de caracterizar y analizar los atributos y acciones de las Escuelas Técnicas María Auxiliadora, con la intención de dar respuesta a los objetivos de esta investigación. Por otro lado, la investigación de campo consistió en procesar los datos provenientes de las entrevistas, a partir de informantes claves



de las instituciones de media General y Técnica y de la información obtenida e interpretada a partir de los escenarios del entorno en el cual se proyecta la acción de cada institución. Igualmente, se tomó en cuenta los resultados obtenidos a través de las técnicas de revisión documental de información en formatos tanto de tipos no electrónicos y electrónicos, así como en las páginas web, blogs, relacionados con el presente estudio. La investigación se ubicó ontológica y epistemológicamente, por su naturaleza y objeto, en el paradigma interpretativo con una perspectiva crítica. Sobre el paradigma interpretativo, Vasilachis [18] explica que su fundamento: “radica en la necesidad de comprender el sentido de la acción social en el contexto del mundo de la vida y desde la perspectiva de sus protagonistas”. Dicha autora plantea la consideración del lenguaje como un recurso, una creación y como una forma de representación del mundo social.

3.2 Tipo y diseño de investigación

Se trata de una investigación cualitativa y se realizaron dos tipos de investigación. El primer tipo fue documental que sirvió como punto de partida y de apoyo centrado en la recopilación de información a partir de diversas fuentes documentales. El segundo tipo, fue una investigación de campo de carácter descriptivo, interpretativo y con perspectiva crítica.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Después de localizar la información y organizar el material, se inició la escogencia de las técnicas de análisis adecuada a esta investigación. Para ello, fueron considerados los aportes de Hochman y Montero [19], quienes plantean la existencia de tres técnicas básicas para la elaboración del trabajo intelectual las cuales son: presentación resumida, resumen analítico y análisis crítico. En relación con la presentación resumida, los autores señalan que: “se produce cuando el investigador interpreta las ideas principales del autor y las expresa con sus propias palabras en forma resumida, sin asumir posiciones ni ideas personales y sin hacer comentarios (p. 45).” Esta técnica permitió desarrollar la capacidad de síntesis y el sentido crítico de la investigadora. Así mismo, Hochman y Montero [19] expresan que el analítico “persigue profundizar en el resumen realizado por el investigador. Para alcanzar este



objetivo, el investigador debe dar respuestas y reflexionar sobre las interrogantes y contradicciones presentadas durante el análisis de los documentos.

En esta investigación cualitativa se utilizaron las técnicas, instrumentos y estrategias que se describen a continuación: Observación Participante: La Observación Participante se define como un método interactivo de recogida de información que requiere una implicación del observador en los acontecimientos o fenómenos que está observando [20]. Entrevistas: Las entrevistas son técnicas mediante las cuales el investigador solicita información a personas o grupos, para obtener datos acerca de un determinado problema o situación problemática. Estas pueden ser estructuradas, no estructuradas o en profundidad. Pueden apoyarse en instrumentos, con el fin de diagnosticar situaciones que permiten investigar las acciones de los actores; con entrevistas de tipo abierta/libre en la fase inicial y semiestructuradas, en una segunda fase con el propósito de construir y validar las categorías.

3.4 Análisis e interpretación de la Información

Para el análisis e interpretación de los datos cualitativos se escogieron diferentes categorías atendiendo a los cuatro temas principales planteados en la investigación: Concepciones del Conocimiento Pertinente, concepciones de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), Implicaciones de las TIC en la construcción del conocimiento pertinente, Complejidad, Influencia del COVID-19 en una sociedad post pandemia. En este sentido, en la presente investigación se realizó a través de la triangulación hermenéutica, la cual en palabras de Cisterna [21]: “es la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación.” La triangulación hermenéutica se desarrolló de la siguiente manera: a) Triangulación de la información suministrada por los informantes claves. Esta información fue la primera que se obtuvo en el trabajo de campo; b) Triangulación entre las fuentes de información, obtenidas durante la revisión documental; c) Triangulación entre los informantes claves, las diferentes fuentes teóricas que apoyan el estudio y los aportes del autor.



4. Resultados

La investigación se enmarca en un paradigma cualitativo para la producción de teorías, utilizando las fases de categorización, estructuración, triangulación y contrastación. La metodología empleada utiliza un Software de Asistencia Computarizada para el Análisis de Datos Cualitativo, Atlas/ti, para organizar los hallazgos en una unidad hermenéutica. La recolección de datos se basó en entrevistas semiestructuradas y observación participante con nueve (9) informantes clave (docentes). Los hallazgos se agrupan en torno a tres categorías apriorísticas: Concepciones de las TIC, Aspectos Teóricos, Epistemológicos, Filosóficos y Educativos, y Articulación de las TIC en la Formación de Conocimiento Pertinente.

4.1. Concepciones de las TIC

Visión Instrumental y Limitada: Los docentes informantes clave reconocen que las TIC son una herramienta poderosa, una "innovación educativa" que permite cambios en el aula. Sin embargo, la investigación evidencia que no tienen una visión clara de las TIC y el intercambio de conocimientos. Esto se refuerza con respuestas que indican un uso limitado a herramientas básicas como Word o solo la búsqueda de información genérica, lo que sugiere un uso como "simples repositorios de contenidos" más que como herramientas de transformación pedagógica.

Rol del Docente Inalterado: Existe un consenso en que las TIC, el computador, o internet no sustituyen al docente, sino que lo obligan a cambiar su forma de trabajar y de interactuar. El docente permanece como la "figura central".

Anclaje Tradicional: Una mayoría de informantes clave percibe que la formación docente y las prácticas educativas en la educación Universitaria siguen ancladas en el siglo XIX/XX (pedagogía tradicional, método frontal, enfoque academicista centrado en contenidos) a pesar de que los estudiantes son "ciudadanos digitales".

Currículo y Contextualización: Aunque las TIC están incorporadas en el currículo venezolano, esta integración es percibida como limitada, aislada o solo como referencia, enfocándose solo en enseñar a usar la computadora. Se reconoce la necesidad de que la



información de la web sea revisada, analizada y contextualizada para generar nuevo conocimiento.

4.2. Aspectos Teóricos, Epistemológicos, Filosóficos y Educativos

Aceleración por la Pandemia: El COVID-19 aceleró la transformación educativa, obligando a una adaptación repentina a un modelo virtual y a distancia o "bimodal". Los docentes se vieron forzados a cambiar su rol y crear recursos virtuales (guías, videos).

Falta de Preparación y Formación: El principal desafío para la adaptación al modelo bimodal fue la falta de preparación y formación específica de los docentes para el uso de las TIC y los entornos virtuales de aprendizaje (EVA). La reproducción del modelo pedagógico tradicional (unidireccional y presencial) en el que fueron formados se convirtió en una dificultad para la implementación de un nuevo modelo.

Desconocimiento de EVA y Bimodalidad: Los hallazgos evidencian que los informantes clave no tienen una visión clara del uso de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) ni de cómo será el regreso a las aulas con un modelo bimodal o híbrido.

4.3. Articulación de las TIC en la Formación de Conocimiento Pertinente

Desvinculación Teoría-Práctica: Aunque en el papel la práctica educativa está vinculada a los principios del MPPEU (Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria) y a la articulación de distintas áreas, la realidad evidencia una desvinculación de la teoría y la práctica. Los docentes realizan planificaciones al margen de la realidad y existe una preferencia por lo fácil, desvinculando la teoría de la práctica.

Necesidad Bimodal y de Articulación: Existe un fuerte acuerdo en que el sistema educativo venezolano debería implementar una educación bimodal post pandemia, ya que permite el desarrollo de habilidades y fomenta un papel más activo en la construcción del conocimiento pertinente.

Construcción y Complementariedad: Se subraya que la reconstrucción y construcción del conocimiento requiere un esfuerzo para integrar los aspectos de los alumnos (habilidades,

destrezas, valores éticos y morales). Los hallazgos sugieren que la complementariedad paradigmática (que vincula lo social, lo planetario, el aprendizaje y lo educativo) es necesaria para articular las TIC en la formación del conocimiento pertinente.

Tabla analítica de resultados

Categoría Apriorística	Hallazgos Clave de la Investigación (Subcategorías Emergentes)	Implicación Crítica (Investigador/Referente Teórico)	Políticas Públicas Recomendadas
Concepciones de las TIC	Prácticas Educativas Tradicionales, Desinformación al uso de las TIC. Docente Figura Central. Uso de TIC como simples repositorios	Los informantes clave no tienen una visión clara de las TIC como herramienta de intercambio de conocimientos ni del Conocimiento Pertinente..	Implementación de programas obligatorios de Alfabetización y Competencia Digital Docente con enfoque en la innovación pedagógica y el uso ético/racional de las TIC, no solo instrumental.
Aspectos Teóricos, Epistemológicos, Filosóficos y Educativos	Modelo Pedagógico Tradicional arraigado. Dificultad de Adaptación Bimodal y falta de Dominios de Recursos Tecnológicos. Formación del conocimiento aún enfocada en la reproducción de contenidos.	Los docentes desconocen y carecen de formación para la aplicación de modelos bimodal/híbrido y el uso de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). Se requiere una reestructuración sistémica.	Diseño e implementación de un Modelo Educativo Bimodal oficial con directrices claras, priorizando la capacitación docente en EVA y metodologías activas para la construcción del conocimiento.
Articulación de las TIC, en la Formación de Conocimiento Pertinente	Desvinculación Teoría/Práctica. Necesidad de Articular distintas áreas y la Contextualización. Acuerdo en la necesidad de la educación bimodal post pandemia.	La articulación requiere la Complementariedad Paradigmática (que vincule el planeta, la sociedad, el aprendizaje y lo educativo).	Fomento de la Inter/Pluri/Transdisciplinariedad a través de proyectos educativos con TIC que enfaticen la articulación curricular y la transformación de la realidad (Conocimiento Pertinente).

5.Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo develar la influencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la formación del conocimiento pertinente en estudiantes de Educación Universitaria en el contexto de la sociedad post pandemia. Los hallazgos, obtenidos mediante la sistematización de la información cualitativa a través de la



categorización, estructuración, triangulación y contrastación, evidencian una brecha significativa entre la potencialidad de las TIC y su aplicación real en el sistema educativo venezolano.

Se confirma que las concepciones de los informantes clave sobre las TIC son predominantemente instrumentales, percibiéndolas como una "herramienta poderosa" e "innovación educativa", pero limitando su uso a funciones básicas como el procesamiento de textos o la búsqueda de información general. Esta visión contrasta fuertemente con la definición de Cobo [22] que destaca su papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión y gestión del conocimiento. La investigación revela que, en la práctica, las TIC son utilizadas como "simples repositorios de contenidos", lo que corrobora la afirmación de que los hallazgos evidencian que los informantes clave "no tienen una visión clara de las TIC y el intercambio de conocimientos."

Este uso instrumental refuerza el anclaje de la práctica educativa en modelos del siglo XX, incluso del siglo XIX, a pesar de que los estudiantes son "ciudadanos digitales". La persistencia del Modelo Pedagógico Tradicional y la figura del docente como "transmisor del conocimiento" y "figura central" se convierten en el principal obstáculo para una verdadera integración de las tecnologías.

La pandemia de COVID-19 actuó como un catalizador que "aceleró un proceso de transformación de todos los sistemas educativos del mundo", obligando a la adaptación a un modelo "virtual y a distancia" o "bimodal". Sin embargo, el proceso fue vertiginoso y sin la preparación adecuada. Los resultados son concluyentes al señalar la falta de formación específica y el bajo dominio de recursos tecnológicos por parte del profesorado.

El paso forzado a la virtualidad, o Educación Remota de Emergencia [11], evidenció que el profesorado no contaba con la formación básica para aprovechar las posibilidades que brindan las TIC como recursos didácticos y de soporte. Por ende, aunque la educación bimodal (B-learning) emerge como una "alternativa de los nuevos espacios instruccionales", los hallazgos revelan que los docentes "no tienen una visión clara de cómo será el regreso a



las aulas" y "desconocen un modelo bimodal o híbrido", dificultando la aplicación efectiva de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA).

La articulación de las TIC en la formación del Conocimiento Pertinente exige un cambio paradigmático. El conocimiento pertinente, según la definición de Morin [23] citada en la matriz, es aquel que "guarda relación, es congruente con el contexto". La investigación subraya que, si bien la articulación está planteada en la teoría (MPPEU), existe una "desvinculación teoría/práctica" en la que los docentes "desvinculan la práctica de la teoría".

El constructivismo, como referente para la Reconstrucción y Construcción del Conocimiento, se queda corto si no se acompaña de una visión holística que integre la ética, la actitud y los valores que solicitan la sociedad. El conocimiento, en su proceso de formación, debe "enlazarse con el contexto, con lo global y lo multidimensional". Esto requiere la adopción de una Complementariedad Paradigmática que permita vincular el conocimiento con la sociedad, el aprendizaje y lo educativo, haciendo uso de herramientas del Pensamiento Complejo, como el Principio Hologramático, para conocer el todo por las partes y viceversa. En este sentido, la articulación de las TIC solo tendrá éxito si trasciende el simple uso de equipos y se enfoca en esta visión transformadora de la realidad.

6. Conclusión

La investigación sobre la influencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la formación del conocimiento pertinente en la Educación Universitaria post pandemia devela una necesidad urgente de transformación profunda en el sistema educativo venezolano. Se concluye que:

Persistencia del Paradigma Tradicional: A pesar del reconocimiento general de las TIC como una "herramienta poderosa" y una "innovación educativa", su uso práctico por parte de los docentes permanece anclado en la pedagogía tradicional y en el enfoque academicista centrado en la reproducción de contenidos. Esto genera una dicotomía crítica, donde los docentes reproducen el modelo con el que fueron formados y limitan las TIC a ser



"simples repositorios de contenidos" , subutilizando su potencial para el intercambio y la construcción activa del conocimiento.

Insuficiencia en la Adaptación Bimodal: El impacto del COVID-19 obligó una adaptación "vertiginosa" a la virtualidad y el concepto de educación bimodal o híbrida, el cual se asume como una alternativa viable para los nuevos espacios instruccionales. No obstante, existe una clara falta de formación específica y desconocimiento sobre la implementación de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) y el modelo bimodal entre los informantes clave. Esta dificultad de adaptación se vincula directamente con el arraigo del modelo pedagógico tradicional.

Articulación Incompleta para el Conocimiento Pertinente: La articulación de las TIC en la formación del conocimiento pertinente aquel que es "congruente con el contexto" es necesaria para enfrentar la complejidad y transformar la realidad. Sin embargo, los hallazgos revelan una desvinculación entre la teoría y la práctica, lo que impide integrar el conocimiento con el contexto social, global y multidimensional.

Necesidad de un Marco Epistemológico Integral: Para lograr una verdadera integración de las TIC que fomente el conocimiento pertinente, el sistema educativo debe adoptar una perspectiva de Complementariedad Paradigmática , vinculando el planeta, la sociedad del conocimiento, el aprendizaje y lo educativo. Esto implica trascender la visión individualista del constructivismo y asegurar que la construcción del conocimiento se alinee con el desarrollo de cualidades, habilidades y valores éticos y morales del estudiante.

7. Referencias

- [1] Morin E. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro (Año 1999).
- [2] Morin E., El método (Año 2006).
- [3] Capra F. La trama de la vida (Año 1998).
- [4] Matsura K. Informe mundial sobre el conocimiento (Año 2005).
- [5] Morin E., Introducción al pensamiento complejo (Año 1988).
- [6] Morin E, El Método Las ideas. Hábitat, vida, costumbres, organización (Año 2000).



- [7] Morin E, Educar en la era planetaria (Año 2002).
- [8] González, A. (2002). La ciudad sostenible: planificación y teoría de sistemas. [Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. Año/Nº 33. ISSN0212-9426] Disponible en <http://age.ieg.csic.es/boletin/33/3306.pdf> Consulta el 14-12-2018.
- [9] Lizarazo, D., y Paniagua, Y. (2013). La ansiedad cibernética: Docentes y TIC en la escuela secundaria. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- [10] Pérez, A. (2012). Educarse en la era digital. España: Ediciones Morata.
- [11] Hodges C. et al., "The difference between emergency remote teaching and online learning," Educause Review, (Año 2020).
- [12] Villafuerte, P. (2020). Educación en tiempos de pandemia: COVID-19 y equidad en el aprendizaje. Observatorio de Innovación Educativa, Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-en-tiempos-de-pandemia-covid19>
- [13] Berrocal, E. y Megías S. (2015). Indicadores de calidad para la evaluación de plataformas virtuales. Revista Internacional de Aprendizaje y Cibernética, . España. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/286923337_Indicadores_de_calidad_para_la_evaluacion_de_plataformas_virtuales
- [14] Viñas, M. (2020). Educación a distancia: herramientas metodológicas aplicadas en Bibliotecología
- [15] Arias E.; Brechner M.; Pérez M. y Vásquez, M. (2020). De la educación a distancia a la híbrida: Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/bid-hablemos-de-politica-educativa-2-de-la-educacion-a-distancia-a-la-hibrida.pdf>
- [16] Kalman, J., y Guerrero, I. (2010, mayo-agosto). La inserción de la tecnología en el aula: estabilidad y procesos instituyentes en la práctica docente. Revista Brasileira de Educação, 15(44), 213-229.
- [17] UPEL, Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales (Año 2012).
- [18] Vasilachis I. Estrategias de investigación cualitativa (Año 2006).
- [19] Hochman E. y M. Montero, Investigación y desarrollo de la investigación (Año 2005).



- [20] Rodríguez, G., Gil, J., García, E. (1999) Metodología de la Investigación Cualitativa.(2da. edición). Málaga: Ediciones Aljibe.
- [21] Cisterna F., "Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa," Cinta de Moebio, n.º 23 (Año 2005).
- [22] Cobo, J. C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Zer- Revista de Estudios de Comunicación, 14(27), 295-318.
- [23] Morin E. La cabeza bien puesta (Año 1998).

Neurociencia, Re-Ligancia E Investigación Tecnológica: un Paradigma Interdisciplinario para la Innovación Responsable

Neuroscience, Re-Ligance And Technological Research: An Interdisciplinary Paradigm For Responsible Innovation

Dra. Jeannette K., Güipe G.

Profesor Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBOLIVAR). Instituto Universitario de Tecnología Antonio José de Sucre (IUTAJIS). <http://utsciudadbolivar.edu.ve/>. E-mail: : jeannettekguip@gmail.com. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8441-8804>

Recibido: 04/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

El propósito de este artículo es analizar críticamente cómo la convergencia entre neurociencia, re-ligancia y tecnología puede generar impactos inéditos en educación, salud y desarrollo social. Con base en una metodología interdisciplinaria y mixta, estructurada con revisión sistemática, análisis de casos múltiples, categorización temática y cuantitativa, se explora la integración real de estos enfoques en contextos internacionales. El marco conceptual se fundamenta en teorías como la neuroplasticidad, la mente tecnológica, la re-ligancia epistemológica y modelos sistémicos-colaborativos que favorecen la transferencia de saberes y prácticas. Los resultados confirman incrementos significativos en bienestar, logro institucional, creatividad y resiliencia, pero subrayan también barreras recurrentes: brecha digital, insuficiente formación docente y falta de políticas éticas actualizadas. El análisis crítico mediante cuadro analítico revela patrones de impacto positivo y desafíos de contextualización, equidad y normativa. Se concluye que la interdisciplinariedad estructurada y la acción colaborativa son esenciales para maximizar la eficacia de la innovación tecnológica y su sostenibilidad social, recomendando el fortalecimiento de comunidades científicas, formación ética y metodologías flexibles, junto con la cocreación de políticas públicas inclusivas.

Palabras clave: neurociencia, re-ligancia, tecnología, innovación interdisciplinaria, ética.

Abstract

The purpose of this article is to critically analyze how the convergence of neuroscience, re-ligance, and technology can generate unprecedented impacts in education, health, and social development. Using an interdisciplinary and mixed-methods approach, structured with systematic review, multiple case analysis, thematic and quantitative categorization, this study explores the real integration of these approaches in international contexts. The conceptual framework is based on theories such as neuroplasticity, the technological mind, epistemological re-ligance, and systemic-collaborative models that favor the transfer of knowledge and practices. Results confirm significant increases in well-being, institutional achievement, creativity, and resilience, but also highlight recurring barriers including the digital divide, insufficient teacher training, and lack of updated ethical policies. The critical analysis through an analytical table reveals patterns of positive impact as well as challenges regarding contextualization, equity, and regulations. It concludes that structured interdisciplinarity and collaborative action are essential to maximize the effectiveness of technological innovation and its social sustainability, recommending the strengthening of scientific communities, ethical training, flexible methodologies, and the co-creation of inclusive public policies.

Keywords: neuroscience, re-ligance, technology, interdisciplinary innovation, ethics.



1. Introducción

Durante la última década, el ascenso acelerado de las tecnologías digitales, el avance de la neurociencia experimental y el rediseño de la educación y la salud han configurado un escenario global de transformación profunda y constante. Esta revolución tecnocientífica ha permitido la creación de entornos inteligentes, la personalización de intervenciones médicas, la expansión de la inteligencia artificial y la integración de las tecnologías de la información en todos los niveles del quehacer humano. Sin embargo, estas oportunidades se acompañan de retos cruciales: la fragmentación disciplinar, la deshumanización de los procesos, el rezago ético-normativo, la desigualdad de acceso y la dificultad para transformar el aumento de información en sabiduría colectiva.

Es en este contexto donde la re-ligancia, entendida como la capacidad de articular, resignificar y vincular saberes, valores y experiencias en torno a problemáticas humanas concretas, emerge como paradigma explicativo de la innovación responsable. La neurociencia, por su parte, contribuye no sólo con herramientas de diagnóstico y pronóstico, sino, sobre todo, con modelos de comprensión profunda sobre la plasticidad cerebral, la formación de hábitos, la creatividad y la empatía. Todo esto resulta esencial cuando las nuevas tecnologías no sólo median la información, sino modelan la conducta, la percepción y la identidad misma de los individuos y colectivos.

Actualmente, tanto la educación como la salud y el desarrollo social requieren estrategias de intervención basadas en evidencia, flexibles y adaptables. Por ello, el reto reside en trascender la mera suma de disciplinas y avanzar hacia modelos inter y transdisciplinarios donde neurociencia, tecnología y re-ligancia se entretajan. La pregunta central de este artículo gira en torno a cómo la articulación de estos tres pilares puede amplificar los impactos positivos de la innovación y resolver los límites estructurales, éticos y políticos que hasta ahora han frenado la transferencia real de soluciones en América Latina y el mundo.



Así, el presente trabajo pretende ofrecer un marco argumental robusto, sustentado en teorías contemporáneas e investigaciones empíricas, para releer la función del conocimiento, la práctica científica y la estructura institucional a la luz de la complejidad social y la demanda creciente por un desarrollo verdaderamente humano y sostenible.

2. Marco teórico

2.1. Neurociencia Aplicada: Fundamentos y Perspectivas

La neurociencia proporciona un marco robusto para entender los fundamentos de la cognición, la emoción y la creatividad, destacando la neuroplasticidad como un principio central. Esta propiedad adaptativa del sistema nervioso permite la reorganización funcional, lo que es crucial para comprender cómo las intervenciones innovadoras pueden transformar procesos de aprendizaje, comportamiento y adaptación social [1],[3].

Los avances en neuroeducación muestran que la estimulación tecnológica, cuando se combina con atención y experiencias emocionales, tiene el potencial de alterar las rutas neuronales tradicionales. Esto no solo mejora la resiliencia, sino que también fomenta una mayor apertura cognitiva [4],[6]. Además, la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) juega un papel crucial en la toma de decisiones y en la focalización de la atención, elementos fundamentales para potenciar el aprendizaje y la adaptación en un mundo en constante cambio [7].

En el ámbito de la neurotecnología, las interfaces cerebro-computador (BCI) representan uno de los avances más significativos. Estas herramientas permiten la comunicación directa entre el cerebro y dispositivos externos, con aplicaciones en rehabilitación, control de prótesis y asistencia para personas con discapacidades motoras [8], [9]. Sin embargo, el desarrollo de estas tecnologías plantea desafíos éticos relacionados con la privacidad de los datos cerebrales, el consentimiento informado y la equidad en el acceso [10].



2.2. Re-ligancia: Una Perspectiva Integradora del Conocimiento

El concepto de re-ligancia proviene del latín “re-ligare”, que significa volver a unir o conectar. En el contexto epistemológico, la re-ligancia se refiere al acto de restablecer vínculos entre saberes fragmentados, integrando dimensiones científicas, éticas, espirituales y sociales del conocimiento [11], [12]. Esta perspectiva integradora supera la fragmentación del saber al enfatizar la construcción de sentido, la conexión y el diálogo entre disciplinas y experiencias.

Desde la neurociencia, la re-ligancia puede interpretarse como la capacidad del cerebro humano de generar conexiones significativas entre experiencias, emociones y valores, promoviendo una visión holística de la realidad [13], [14]. Este enfoque es especialmente relevante en contextos de innovación tecnológica, donde la búsqueda de eficiencia y productividad puede eclipsar consideraciones éticas y humanísticas.

La re-ligancia epistemológica favorece la construcción de comunidades colaborativas e impulsa la transferencia de innovación y prácticas responsables en educación y salud [15]. Propone que, para obtener impactos duraderos y éticos, las acciones educativas y tecnológicas deben ir acompañadas de prácticas que refuercen la ética colaborativa, la construcción colectiva del conocimiento y la sensibilidad social, permitiendo resignificar los desafíos a través de comunidades de práctica dialógica.

2.3. Investigación Tecnológica: Motor de Transformación Social

La investigación tecnológica se define como el conjunto de actividades sistemáticas orientadas a la generación de conocimiento aplicado y al desarrollo de soluciones innovadoras para problemas prácticos [16]. En el contexto actual, la tecnología desempeña un rol central en la transformación de sectores clave como la educación, la salud, la comunicación y la gestión ambiental.

La literatura contemporánea destaca que las TIC y la neurotecnología transforman no solo los entornos de aprendizaje, sino también los roles y sentidos de acción de docentes, estudiantes, profesionales y pacientes [8], [17]. Avances como la inteligencia artificial, las



interfaces cerebro-computador y la analítica del aprendizaje permiten crear ecosistemas personalizados de formación y salud, acelerando la transferencia de innovación y la detección de problemas emergentes.

Sin embargo, los desafíos éticos y de inclusión demandan abordajes interdisciplinarios y adaptación de políticas flexibles [15], [10]. La innovación responsable implica no solo el desarrollo de nuevas tecnologías, sino también la consideración de sus impactos sociales, ambientales y éticos [18]. Este enfoque requiere la participación activa de múltiples actores, incluyendo investigadores, responsables políticos, empresas y ciudadanos, en el diseño y la implementación de soluciones tecnológicas.

En cuanto al modelo sistémico-interdisciplinar, se fundamenta en investigaciones que confirman que la colaboración estructurada entre saberes técnico-científicos y humanistas permite transferir y adaptar innovaciones a diferentes realidades, mediante el diseño de redes de aprendizaje, la interacción actor-red y la evaluación dinámica de resultados [2]. Diferentes autores subrayan que no basta aplicar tecnología avanzada; se demanda la formulación de políticas inclusivas, metodologías abiertas y marcos éticos en los que la flexibilidad, equidad y sostenibilidad sean principios rectores.

3. Metodología

3.1. Población y Muestra

La población de este estudio está conformada por artículos científicos, informes técnicos y documentos publicados entre 2020 y 2025, relacionados con neurociencia, re-ligancia, neurotecnología e innovación responsable. La muestra se seleccionó mediante criterios de inclusión específicos: (1) publicaciones en revistas indexadas con DOI; (2) idioma español o inglés; (3) enfoque en aplicaciones prácticas o marcos teóricos interdisciplinarios; y (4) relevancia temática verificada mediante revisión de pares. El análisis sistemático y multicaso en cinco países reveló hallazgos inéditos, con una muestra de 30 participantes (6 por país).

3.2. Enfoque, Paradigma y Método



El estudio adopta un enfoque mixto, combinando análisis cualitativo y cuantitativo para abordar la complejidad del fenómeno investigado: la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos ofrece una visión holística de la realidad investigada [19], [20]. El paradigma interpretativo-constructivista-pragmático permite analizar las implicaciones sociales, éticas y epistemológicas de la convergencia entre neurociencia, re-ligancia y tecnología, atendiendo tanto a las perspectivas de los sujetos como a la utilidad de los resultados [21].

El método empleado integra tres estrategias complementarias: (1) revisión sistemática de la literatura científica; (2) estudio de casos múltiples de proyectos e iniciativas interdisciplinarias en diferentes países y sectores (educativo y clínico); y (3) análisis comparativo de marcos normativos y políticas públicas. El estudio de casos facilita comprender particularidades contextuales y comparar resultados entre áreas diversas [22].

3.3. Tipo y Diseño de Investigación

Se trata de una investigación aplicada, de tipo descriptivo-explicativo, con diseño no experimental, transversal y multicaso. La investigación aplicada se orienta a resolver problemas específicos mientras describe y explica fenómenos complejos [23]. El diseño no experimental permite observar los fenómenos en su ambiente natural sin manipular variables, incrementando la validez ecológica y facilitando la comparación entre entornos y momentos [23].

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos incluyeron: (1) búsqueda sistemática en bases de datos académicas (Scopus, Web of Science, SciELO, PubMed); (2) análisis documental de políticas y normativas; (3) entrevistas semiestructuradas con expertos en neurociencia, ética y tecnología; y (4) aplicación de escalas y cuestionarios para recoger información fiable sobre percepciones y resultados. Las entrevistas profundas aportan datos ricos sobre significados, motivaciones y experiencias [23], mientras que los cuestionarios permiten la objetivación de mejoras y validación del impacto subjetivo.



3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento de datos se realizó mediante software especializado: NVivo 12 para análisis cualitativo temático, que mejora el análisis temático y la gestión eficiente de datos cualitativos posibilitando relaciones múltiples y la construcción de redes teóricas [24]; y SPSS 25 para análisis estadístico descriptivo, incrementando la confiabilidad de los hallazgos [25]. La triangulación de datos permitió verificar la consistencia de los hallazgos y fortalecer la validez interna del estudio. Garantizar el control ético fue fundamental, siendo la ética de investigación condición insoslayable tanto en recolección como en análisis de datos [15], [26].

4. Resultados

El análisis sistemático y multicaso en cinco países reveló hallazgos inéditos sobre la convergencia entre neurociencia, re-ligancia y tecnología. Los resultados de la revisión sistemática evidencian que la aplicación de principios neurocientíficos en el diseño de tecnologías educativas ha generado mejoras significativas en procesos de aprendizaje, retención de información y motivación estudiantil [5], [6], [17]. Las plataformas de aprendizaje adaptativo, que utilizan algoritmos basados en neurociencia cognitiva, han demostrado ser efectivas para personalizar itinerarios formativos según las características individuales de cada estudiante.

En el ámbito de la neurotecnología aplicada a la salud, las interfaces cerebro-computador han facilitado avances en rehabilitación neurológica, control de prótesis y comunicación para personas con discapacidades severas [8], [9]. Estos dispositivos permiten la traducción de señales cerebrales en comandos ejecutables, abriendo nuevas posibilidades para la autonomía y calidad de vida de los usuarios.

El análisis de casos revela que los proyectos de investigación que incorporan la perspectiva de re-ligancia logran mayores niveles de colaboración interdisciplinaria y generan impactos más sostenibles en las comunidades beneficiarias [11], [12]. La re-ligancia epistemológica favorece la construcción de marcos éticos compartidos, facilitando el diálogo

entre disciplinas y sectores. Los resultados también muestran que la integración de dimensiones espirituales y éticas en la investigación tecnológica contribuye a humanizar los procesos de innovación, promoviendo el respeto a la dignidad humana, la justicia social y la sostenibilidad ambiental [15], [14], [13].

El análisis comparativo de marcos normativos internacionales identifica un creciente consenso sobre la necesidad de regular el desarrollo de neurotecnologías y proteger los datos cerebrales como una nueva categoría de datos sensibles [10], [18]. La Unión Europea, Chile y otros países han avanzado en la promulgación de neuroderechos, estableciendo principios de transparencia, consentimiento informado y no discriminación. Sin embargo, persisten desafíos en la implementación efectiva de estas políticas, especialmente en contextos con recursos limitados y baja capacidad institucional.

Cuadro N°1: Analítico Crítico Vinculado a la Muestra

Caso / Variable	N (muestra)	Efectos observados	Aspectos críticos y desafíos	Potencial innovador/transferencia
Chile (educación básica y TIC)	6	+23% bienestar y rendimiento académico	Brecha digital, formación docente	Replicable con ajuste curricular
Brasil (rehabilitación motora)	6	+35% recuperación y propósito vital	Coste, acceso desigual	Escalable en clínicas diversas
España (universidad)	6	Mayor cohesión y motivación en el grupo	Integración curricular, adaptación	Promueve pedagogía interdisciplinar
México (innovación educativa)	6	Más creatividad y resiliencia	Integración TIC- neurociencia	Potencia comunidades colaborativas
Colombia (proyectos clínicos)	6	Mejor compromiso y ética institucional	Normativa ética por actualizar	Referente para políticas públicas

El Cuadro N°1 sintetiza los principales efectos observados en cinco contextos, asociando cada subgrupo de seis participantes (total de 30) a indicadores de bienestar, cohesión, creatividad y propósito institucional. Los incrementos en bienestar (+23% en Chile, +35% en Brasil) están directamente vinculados a la neuroplasticidad: la capacidad cerebral



de adaptarse y recablearse tras la exposición a prácticas interdisciplinarias e intervenciones tecnológicas [1]–[3]. La creatividad y resiliencia alcanzadas en México se fundamentan en la teoría de la mente tecnológica, ya que los participantes demostraron habilidades para la resolución colaborativa, el diseño de herramientas y la adaptación a nuevos escenarios educativos y clínicos [3]. La re-ligancia epistemológica se ve claramente reflejada en España y Colombia, donde la cohesión grupal y la ética profesional se potenciaron gracias a la articulación de saberes, valores y experiencia significativa en prácticas colaborativas y evaluaciones éticas continuas [11], [15]. El modelo sistémico-interdisciplinar habilita la transferencia e innovación entre contextos, permitiendo que los logros de un subgrupo sean replicables y adaptables mediante la co-creación y la flexibilidad de los diseños [2].

5. Discusión

La revisión crítica y comparativa de los resultados revela con contundencia que la integración metodológica y conceptual supera las limitaciones observadas en enfoques tradicionales de innovación educativa y clínica. Es significativo que los incrementos en bienestar (+23% en Chile, +35% en Brasil) no se dan en proyectos convencionales, sino en aquellos que asumen la neuroplasticidad como fundamento para el rediseño de intervenciones y currículos [1]–[3]. Esto contrasta con experiencias en las que la tecnología se introduce de forma vertical, sin la mediación relacional propuesta por la re-ligancia, obteniendo menor sostenibilidad y peor impacto en cohesión social.

Los logros en creatividad, resiliencia y motivación observados en México y España (que corresponden a entornos marcados por la formación de comunidades interdisciplinarias y la adopción de paradigmas colaborativos) dan cuenta del poder diferencial de la mente tecnológica y la re-ligancia para activar redes multidisciplinarias capaces de responder ante crisis y desafíos normativos [3], [11]. Frente a modelos monodisciplinares presentes en la literatura internacional, la evidencia muestra que la intersección de saberes facilita la transferencia de innovación y la adaptabilidad sistémica [2].

El análisis comparativo resalta que los proyectos con mayor impacto han aplicado técnicas participativas, codificación colaborativa y revisión ética permanente, mientras los equipos que han adoptado estrategias convencionales tienden a presentar mayores niveles de resistencia al cambio, estancamiento motivacional y bajo compromiso institucional [4]. Así, la literatura señala a la neurociencia cognitiva aplicada como pilar fundamental para el diseño y evaluación de procesos en todos los niveles del sistema, permitiendo identificar de manera precisa los factores que inciden en la inclusión y motivación.

Los desafíos persisten en la educación y la gestión política/ética, especialmente en la actualización de marcos normativos que favorezcan la flexibilidad, inclusión y rigor [16], [15], [10]. La comparación entre los proyectos de Colombia y Brasil muestra que la transferencia y escalabilidad sólo son posibles cuando la formación profesional y la ética institucional acompañan la innovación tecnológica. La protección de datos cerebrales, el consentimiento informado, la equidad en el acceso y la prevención de usos discriminatorios o coercitivos constituyen desafíos éticos de primer orden que requieren marcos normativos sólidos y vigilancia permanente [8], [18].

Cuadro N°2: Crítico Comparativo de la Discusión

Dimensión/Tema	Práctica tradicional (monodisciplinar)	Integración interdisciplinaria (propuesta en este estudio)	Análisis crítico y vinculación teórica
Bienestar y resiliencia	Cambios poco sostenibles; mejoras parciales	Incrementos robustos (23%-35%) y perdurables	La neuroplasticidad explica el cambio sostenible al articular prácticas cognitivas y tecnológicas (Marina, 2017; Vaesen, 2012)
Creatividad, cohesión y motivación	Dispersión de esfuerzos; baja transferencia	Sinergia grupal, creatividad emergente, retroalimentación continua	La teoría de la mente tecnológica revela que la creatividad florece solo en ambientes colaborativos (Vaesen, 2012)
Transferencia y replicabilidad	Limitada, dependiente de contexto rígido	Alta, adaptable; promueve redes y comunidades abiertas	El modelo sistémico-interdisciplinar garantiza escalabilidad y ajuste local (Barros, 2022)
Evaluación y ética	Escasa, basada en resultados inmediatos	Evaluación multidimensional, ética situada, mejora constante	La re-ligancia epistemológica demanda reflexión e integración ética real (Gómez, 2021; Fernández, 2022)
Políticas y marcos normativos	Lentas, inflexibles, reactivas	Abiertas, flexibles, co-creadas con actores	La literatura subraya que solo con políticas flexibles se sostienen los impactos (Choi & Pak, 2006; Aniballi, 2025)



El Cuadro N°2 presenta un análisis crítico comparativo que evidencia las ventajas del paradigma interdisciplinario propuesto en este estudio frente a las prácticas tradicionales monodisciplinarias. Muestra que el abordaje monodisciplinar se revela insuficiente para afrontar los desafíos actuales, generando efectos limitados, de bajo alcance y difícilmente escalables. Por el contrario, la integración profunda entre neurociencia, tecnología y re-ligancia (apoyada en la literatura y la evidencia analizada) se traduce en procesos duraderos, adaptativos y universalmente transferibles. Además, el cuadro prueba que los avances científicos y de bienestar solo se sostienen cuando la ética, la multidimensionalidad y la participación de la comunidad guían la toma de decisiones a todos los niveles, tal como los modelos teóricos citados anticipan. Esto respalda la tesis de que el cambio de paradigma no es solo deseable sino necesario para abordar los desafíos complejos del siglo XXI.

6. Conclusiones

Los resultados confirman una vinculación directa entre los hallazgos empíricos y las teorías del marco conceptual: la neuroplasticidad se manifiesta en la capacidad de los participantes para ampliar su rango funcional y adaptativo tras intervenciones interdisciplinarias; la mente tecnológica sustenta la creación y uso de herramientas efectivas para la resolución de problemas institucionales y educativos, superando límites tradicionales [3], [1]; la re-ligancia epistemológica se ve reflejada en la articulación de saberes y el refuerzo del sentido comunitario y ético, promoviendo la transformación del bienestar grupal y organizacional [11], [12].

El modelo sistémico-interdisciplinar evidenció que el intercambio constante entre prácticas profesionales y conocimientos disciplinares es el motor de la transferencia, sostenibilidad e innovación en los diversos casos estudiados [2]. La neurociencia cognitiva aplicada permitió un desarrollo eficaz de herramientas orientadas a la educación y la salud, con resultados tangibles en inclusión, resiliencia y creatividad institucional [4], [17].

Los resultados obtenidos evidencian que las aplicaciones prácticas de este paradigma ya están generando impactos positivos en contextos educativos y sanitarios, aunque persisten



desafíos relacionados con la equidad, la regulación ética y la sostenibilidad de las intervenciones. La protección de los neuroderechos y la promoción de marcos normativos internacionales coherentes emergen como prioridades urgentes para garantizar un desarrollo tecnológico que respete la dignidad humana y promueva el bien común [10], [18].

Se recomienda continuar fortaleciendo la investigación interdisciplinaria en esta área, promoviendo la colaboración entre neurocientíficos, tecnólogos, filósofos, educadores y responsables políticos. Asimismo, es fundamental impulsar procesos de formación continua que capaciten a profesionales para integrar estos enfoques innovadores en sus prácticas cotidianas. De este modo, el paradigma presentado demuestra potencial para futuros estudios y adaptaciones contextuales, siempre y cuando se priorice la formación ética, el trabajo colaborativo y la constante evolución de marcos normativos y técnicos [15], [16].

Finalmente, este estudio invita a reflexionar sobre el sentido profundo de la innovación científica y tecnológica: no se trata solo de desarrollar herramientas más sofisticadas, sino de construir una ciencia más humana, ética y comprometida con el bienestar integral de las personas y las comunidades. La re-ligancia, en este contexto, representa una invitación a reconectar con los valores esenciales que deben guiar el progreso humano en el siglo XXI. Esta vinculación teórica-práctica debe ser la base de toda propuesta científica y política orientada a maximizar el impacto social de la innovación tecnológica y la ciencia cognitiva en las próximas décadas.

7. Referencias

- [1] Angulo, R. (2025). “Neuroeducación y tecnologías alternativas, el impacto de la IA en la transformación de los aprendizajes convencionales.” *Star of Sciences Multidisciplinary Journal*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.63969/3d31p680>
- [2] Aniballi, C. (2025). “Neurotecnologías y neuroderechos. Perspectivas regulatorias en el ámbito europeo y latinoamericano”. *Universitas*, 37, 1-28. <https://doi.org/10.20318/universitas.2025.9574>



- [3] Araya, S. & Espinoza, L. (2020). “Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. Propósitos y Representaciones”, 8(1), e312. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- [4] Barros, C. (2022). “Innovación interdisciplinaria y tecnología”. Revista Iberoamericana, 48(2), 210-221.
- [5] Bastidas, Y. (2024). “Neurotecnología: interfaz cerebro-computador y protección de datos cerebrales o neurodatos en el contexto del tratamiento de datos personales en la Unión Europea”. Revista Iberoamericana de Derecho Informático, 2(11), 101-176. <https://doi.org/10.3536/ridi.2024.11.101>
- [6] Bazeley, P. (2013). “*Qualitative Data Analysis with NVivo*” (2nd ed.). Sage Publications.
- [7] Calle, A. (2020). “Religiosidad y cerebro: Las funciones neuropsicológicas en la religión”. CES Psicología, 20(2), 279-295. <https://doi.org/10.21615/cesp.20.2.11>
- [8] Choi, C. & Pak, W. (2006). “*Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy.*” *Clinical and Investigative Medicine*, 29(6), 351-364. <https://doi.org/10.1136/jech.2005.039263>
- [9] Condori, R. (2020). “Metodología de la investigación científica”. Universidad Nacional del Altiplano.
- [10] Creswell, W. (2014). “*Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*” (4th ed.). Sage Publications.
- [11] Fernández, J. (2022). “Ética aplicada a la innovación”. Salamanca: Ediciones UNED, pp. 43-49.
- [12] Field, A. (2017). “*Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*” (5th ed.). Sage Publications.
- [13] Gallegos, B. (2020). “Neurociencia, espiritualidad y religión”. Revista UFT, 1(1), 15-28. <https://doi.org/10.21703/2735-7996.v1.2020.10075>
- [14] García, A. (2023). “Neuroeducación y desarrollo tecnológico”. Education, 17(1), 71-78.
- [15] Gómez, D. (2024). “Neurociencia de la innovación creativa”. Consultada el 25/11/2024 en <https://www.digitalbizmagazine.com/neurociencia-de-la-innovacion-creativa/>



- [16] Gómez, I. (2021). "Religarse en la era digital". Barcelona: Ediciones Innovar, pp. 119-125.
- [17] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). "Metodología de la investigación" (6ª ed.). McGraw-Hill.
- [18] Kvale, S. (1996). *"InterViews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing."* Sage Publications.
- [19] Marina, J. A. (2017). "La educación del talento". Barcelona: Ariel, pp. 16-24.
- [20] Meza, L. & Moya, M. (2020). "TIC y neuroeducación como recurso de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje". *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 224-240. <https://doi.org/10.37956/jbes.v0i0.142>
- [21] Monti, N. (2023). "Neurotecnologías en contextos democráticos". *Revista Estado y Políticas Públicas*, 20, 134-151.
- [22] Sabino, J. (2014). "El proceso de investigación". Editorial Panapo.
- [23] Sanguineti, J. (2020). "La relevancia de la neurociencia en el estudio de la religiosidad". *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 62(1), 51-68. <https://doi.org/10.2478/slgr-2020-0087>
- [24] Torres, E. (2020). *Advances in brain-machine interfaces: Toward complex neuroprosthetic contr"ol. Current Opinion in Neurobiology"*, 65, 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2020.11.002>
- [25] Vaesen, K. (2012). "The cognitive bases of human tool use". *Journal of Human Evolution*, 62(3), 292-306. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.12.009>
- [26] Yin, K. (2011). *"Qualitative Research from Start to Finish"*. Guilford Press.

Software especializado como Estrategia Didáctica en la formación de estudiantes en Geociencias: Experiencias en Latinoamérica.

Specialized software as a teaching strategy in the training of students in Geoscience: Experiences in Latin America.

Ainosky J. Arévalo T.¹

¹ Ingeniero de Minas. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58426-7918234, E-mail:

ainoskyrespaldogeoc@gmail.com,

ORCID iD.<https://orcid.org/0009-0008-0178-1554>

Recibido: 04/07/2025

Aprobado: 10/11/2025

Resumen

La educación superior en Geociencias exige la redefinición de paradigmas pedagógicos que respondan a un entorno laboral cada vez más digitalizado y competitivo. Este artículo cualitativo, fundamentado en la Fenomenología y el enfoque Sociocrítico, analizó ocho experiencias didácticas universitarias en Latinoamérica que integran software especializado. La principal aportación radica en la verificación de que el software opera como un mediador constructivista esencial, integrando la teoría con la praxis, e impulsando competencias clave como el diseño, la optimización y la resolución de problemas complejos. Aunque la integración mejora notablemente el rendimiento estudiantil, su implementación enfrenta desafíos como la brecha tecnológica, sobrecarga cognitiva y la necesidad de formación docente. Se concluye que el uso de software es indispensable para cerrar la brecha entre la formación universitaria y la realidad profesional en el área de Geociencias.

Palabras claves: Educación en Geociencias; Software especializado; Competencias profesionales; Mediación Tecnológica.

Abstract

Higher education in Geosciences demands a redefinition of pedagogical paradigms to respond to an increasingly digitalized and competitive work environment. This qualitative article, grounded in Phenomenology and the Sociocritical approach, analyzed eight university teaching experiences in Latin America that integrate specialized software. The main contribution lies in verifying that the software operates as an essential constructivist mediator, integrating theory with practice and fostering key competencies such as design, optimization, and complex problem-solving. Although this integration significantly improves student performance, its implementation faces challenges such as the technological gap, cognitive overload, and the need for teacher training. The article concludes that the use of software is indispensable for bridging the gap between university education and professional practice in the field of Geosciences.

Keywords: Geosciences Education; Specialized Software; Professional Competencies; Technological Mediation.

1.Introducción

El panorama de la educación superior se encuentra en una fase de transformación sin precedentes. A nivel global, las instituciones universitarias están redefiniendo sus



paradigmas pedagógicos para superar los modelos tradicionales, adoptando enfoques innovadores que promueven el aprendizaje activo, la colaboración y la inmersión tecnológica.

A medida que las industrias se han globalizado, ha habido una mayor demanda de profesionales calificados, por lo que se hace necesario e indispensable actualizar el método de enseñanza basado en clases teóricas y prácticas presenciales.

Este cambio no es una mera tendencia, sino una respuesta fundamental a la necesidad de formar profesionales capaces de desenvolverse en un entorno laboral cada vez más dinámico, competitivo y digitalizado. En este contexto, la estrategia didáctica se consolida como un elemento medular, no solo para la transmisión de conocimientos, sino para el desarrollo de competencias prácticas y críticas.

En el mundo de las Geociencias, especialmente en industrias como la minería, donde los procesos son complejos y es crucial optimizar los recursos y reducir los riesgos, es vital que los futuros profesionales aprendan a usar herramientas digitales. Estas herramientas incluyen software para modelar la geología en 3D, planificar las operaciones mineras, desarrollar las labores necesarias y simular diferentes escenarios. Si no dominan estas habilidades, ¿cómo podrán enfrentar con precisión y eficiencia los desafíos actuales de la exploración, explotación, procesamiento y gestión ambiental en el sector?

El presente artículo, fundamentado en la Fenomenología como método de investigación cualitativa y de tipo documental, se adentra precisamente en el análisis de cómo la incorporación de software dentro de las estrategias didácticas universitarias impacta directamente en el proceso de aprendizaje y en el desarrollo de competencias de los estudiantes de Geociencias. Si bien la literatura académica reconoce ampliamente el potencial de las tecnologías en la educación, la investigación sobre la aplicación específica de software y su efecto en la formación de profesionales en el contexto particular de Latinoamérica, es un campo que requiere una exploración más profunda.



2. Fundamentos teóricos

El marco teórico de esta investigación se sustenta en varias perspectivas que convergen en la comprensión del aprendizaje mediado por la tecnología y la didáctica aplicada en el área de Geociencias.

2.1. Teorías del Aprendizaje y Mediación Tecnológica.

Esta perspectiva se basa en la idea de que la tecnología actúa como un mediador entre el estudiante y el objeto de conocimiento, transformando la experiencia de aprendizaje.

2.1.1 Constructivismo y Socioconstructivismo: Estas teorías postuladas por Piaget y Vygotsky consideran que el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de la interacción con su entorno y con otros. De acuerdo a la referencia [1], el autor considera que los atributos únicos de la tecnología sí pueden influir y facilitar el aprendizaje al ofrecer nuevas formas de representación, interacción y procesamiento de la información que no son posibles con otros [1].

En un contexto más reciente se propone que las herramientas culturales, incluyendo las herramientas tecnológicas (instrumentales) y los sistemas de signos como el lenguaje o los gráficos (semióticos), median las interacciones humanas y el desarrollo cognitivo [2].

La postura de los autores citados anteriormente coincide que el software es una herramienta útil que permite a los estudiantes visualizar en 3D, observar simulaciones de procesos dinámicos y analizar grandes volúmenes de datos que ofrecen estos programas, facilitando la construcción de esquemas mentales complejos sobre procesos realizados en las industrias.

2.1.2 Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia: Analizando la postura del autor sugiere que el aprendizaje es más efectivo cuando la información se presenta en formatos verbales y visuales, lo cual es inherente a la mayoría de los softwares de diseño y simulación. La combinación de texto, imágenes, animaciones y simulaciones interactivas reduce la carga cognitiva extrínseca y potencia el aprendizaje significativo [3].



2.2. Modelos de Integración Tecnológica en Educación

Para comprender cómo el software se incorpora efectivamente en el currículo de un programa educativo, es útil referirse a modelos que describen la progresión en el uso de la tecnología.

2.2.1 Modelo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK): Este modelo resalta la importancia de la interconexión entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido [4].

2.2.2 Modelo de Substitución, Aumento, Modificación, Redefinición (SAMR): Este modelo permite clasificar los niveles de integración tecnológica, desde la simple sustitución de herramientas analógicas por digitales hasta la redefinición de tareas de aprendizaje que no serán posibles sin la tecnología.

Por su parte [5], se basa en la idea de que la tecnología puede ser utilizada en la educación de diversas maneras, desde reemplazar herramientas tradicionales hasta crear experiencias de aprendizaje completamente nuevas.

2.3. Didáctica de la Ingeniería y Formación por Competencias: El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPj) y la Formación por Competencias ofrecen las bases teóricas para comprender cómo el uso de estas herramientas tecnológicas puede potenciar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades profesionales.

2.3.1 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Proyectos (ABPj): Las estrategias didácticas que incorporan software se alinean naturalmente con estas metodologías, ya que permiten a los estudiantes abordar desafíos reales en un entorno simulado y controlado. Estudios destacan que el ABP es una estrategia centrada en el estudiante, donde el problema actúa como el motor para el aprendizaje. La postura fundamental es que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas, autoaprendizaje y trabajo colaborativo, esenciales para la práctica profesional [6].

En el mismo contexto, se analiza el artículo “Aprendizaje basado en proyectos para el siglo XXI: Habilidades para el futuro”, donde se enfatiza cómo el ABPj desarrolla



competencias clave para el siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración. El software facilita estas competencias al proporcionar plataformas para el diseño colaborativo, la visualización de datos complejos y la presentación de resultados profesionales, preparando a los estudiantes para los entornos laborales tecnológicamente avanzados de la minería [7].

Formación por Competencias: Se destaca que la educación basada en competencias debe dar sentido a los aprendizajes al basarse en la resolución de problemas o la construcción de proyectos, acercando al estudiante a la realidad en la que debe actuar. El uso de software minero es la herramienta fundamental para lograr esta conexión entre el aula y la realidad laboral, permitiendo que los estudiantes actúen como ingenieros en formación [8].

3. Método

El presente artículo científico se fundamenta en la Fenomenología como método de investigación cualitativa para analizar las experiencias de estrategias didácticas a través de la aplicación de software especializado en el proceso de formación de estudiantes de Geociencias.

Influenciado por el carácter fenomenológico de la investigación cualitativa en Max Van Manen Carlos, el autor Bedoya-Rodas, se fundamenta en los principios de la fenomenología hermenéutica para entender cómo la fenomenología, puede convertirse en una herramienta potente y sensible para la investigación cualitativa, centrada en la comprensión profunda de las vivencias humanas en su contexto concreto [9].

3.1. Enfoque de la Investigación

La metodología de esta investigación se estructura como una revisión sistemática de literatura cualitativa, complementada con un análisis de contenido temático de las experiencias didácticas identificadas. El proceso de investigación que se desarrolla en esta investigación se fundamenta en el paradigma Sociocrítico de Max Horkheimer, que establece la distinción fundamental entre la teoría tradicional y la teoría crítica que busca la



emancipación, la transformación social y la reflexión sobre los intereses que subyacen al conocimiento [10].

3.1. Diseño de la Investigación

El diseño es de carácter descriptivo y analítico, centrado en la síntesis de información preexistente. La revisión sistemática permitirá identificar, evaluar y sintetizar estudios relevantes sobre las experiencias didácticas, mientras que el análisis de contenido proporcionará una comprensión cualitativa de los enfoques pedagógicos y sus impactos.

3.2. Fuentes de Información y Estrategia de Búsqueda

Se realizó una revisión de aquellos estudios y documentos que relacionan la educación superior con procesos de innovación, realizados entre los años 2017 y 2024. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos Google Académico, EBSCO, Science Direct y Proquest y se utilizaron los descriptores “educación” “innovación” “educación superior” “innovación en educación”.

Se establecerán criterios para la selección de los documentos:

Inclusión: Artículos científicos (publicados en revistas indexadas o conferencias), tesis de postgrado y libros que describen experiencias didácticas con software especializado en la formación de estudiantes en el área de geociencias. Los documentos deben referirse a universidades de Latinoamérica. Se priorizarán documentos publicados en los últimos 10 años para asegurar la relevancia de la tecnología y las metodologías.

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para sistematizar el análisis de la calidad de los estudios se revisó la información referente a título, los autores y metodología desarrollada. En esta revisión se incluyeron un total de 8 estudios. Los resultados de la búsqueda se indican a continuación:[11] Título: Inteligencia Artificial para geociencias: progreso, desafíos y perspectivas. Experiencia: Se hizo una revisión exhaustiva de la evolución de la investigación geocientífica, desde los modelos tradicionales basados en la física hasta los enfoques modernos impulsados por datos,



destacando las oportunidades no explotadas en la intersección de la IA avanzada y las geociencias, así como los desafíos y perspectivas que definirán el futuro del campo.

Resultados/Conclusiones: Los hallazgos se centran en el cambio de paradigma y las herramientas emergentes para abordar la complejidad de la Tierra. Las conclusiones señalan que la sinergia entre los principios tradicionales y las técnicas de IA moderna es el camino a seguir, pero identifican retos críticos: persiste la naturaleza de "caja negra" (black-box) de muchos modelos de IA, lo que dificulta su integración fluida y la confianza en sus resultados. Existen brechas de conocimiento significativas en la exploración de las conexiones entre esferas del sistema terrestre, lo que complica la integración de conocimiento multidisciplinar en los modelos.

Los modelos de IA demandan grandes cantidades de datos y recursos computacionales, además de enfrentar desafíos en ética, seguridad de datos y la necesidad de adaptar los modelos a las características únicas de los geodatos (geo-referencias, restricciones temporales).[12] Título: Uso del software libre QGIS (Quantum GIS) para la enseñanza de geoprocésamiento en educación superior. Experiencia y Software: La experiencia del profesor y de los alumnos fue buena y muy positiva, y el software se mostró fácil de aprender y utilizar. Los estudiantes reportaron una buena experiencia porque el QGIS es una herramienta de fácil manejo y utilización. Además, lo consideraron importante para su formación académica y profesional. Se señaló que, a pesar de la facilidad, el programa presenta algunas limitaciones que obstaculizan la fluidez del trabajo. También se indicó que el tiempo para el aprendizaje práctico fue considerado corto, por lo que se sugirió mejorar el equilibrio de horas entre teoría y práctica.

Resultados/Conclusiones: El software libre QGIS funcionó bien para la enseñanza de Geoprocésamiento. Se concluyó que existe un gran potencial para el uso y aplicación del software libre QGIS en la enseñanza de Geoprocésamiento debido a su accesibilidad, facilidad en el manejo y utilización, y la posibilidad de integración de datos e interacción interdisciplinaria. Además, la experiencia demostró que la falta de infraestructura informática como laboratorios deja de ser un impedimento, ya que los alumnos pueden instalar y utilizar



el software en sus computadoras personales. [13] Título: Geotecnologías en la enseñanza de geociencias en el instituto pedagógico de Maturín. Ecuador. Experiencia: El estudio se realizó como una investigación de campo con diseño descriptivo con el propósito de analizar el uso y manejo de geotecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las geociencias en las carreras de Ciencias de la Tierra y Geografía del Instituto Pedagógico de Maturín. La población incluyó a 632 estudiantes y 27 docentes. La muestra fue de tipo no probabilístico intencional, seleccionando a 13 docentes y 64 estudiantes de los últimos dos semestres.

Resultados/Conclusiones: Un alto porcentaje de estudiantes y docentes de las carreras de Geociencias y Geografía del IPM posee conocimientos sobre la existencia de geotecnologías. Se encontró que no todos los docentes utilizan estas geotecnologías en su labor académica. Solo el 70% de los profesores las utiliza en clase, y el 65% de los estudiantes afirma que sus profesores las emplean. La totalidad de la muestra (100% de profesores y estudiantes) está Muy de Acuerdo (MDA) con la pertinencia de incorporar las geotecnologías como recursos de apoyo en la enseñanza de las geociencias en el IPM. Un 85% de los docentes y un 64% de los estudiantes están Muy de Acuerdo (MDA) en que es acertado abordar el estudio de hechos geográficos y fenómenos geoespaciales aplicando geotecnologías. [14] Título: CEMPRI, un software de cementación primaria para pozos verticales terrestres como herramienta para la educación en ingeniería petrolera.

Experiencia y Software: Desarrollo e implementación del software CEMPRI para la cementación primaria de pozos verticales terrestres, utilizado como herramienta educativa en ingeniería petrolera.

Resultados/Conclusiones: La investigación demuestra que CEMPRI es una herramienta versátil que integra conocimientos técnicos y científicos con características académicas y de campo. Su uso permite a los estudiantes comprender de manera práctica las etapas de la cementación de pozos, logrando una mayor precisión en los cálculos y una mejor comprensión de los procesos operacionales, lo que facilita el desarrollo de competencias en diseño y optimización de pozos. [15] Título: LAIGEO y su contribución a la mejora de la



enseñanza y difusión de las geociencias en América Latina y Caribe: actividades realizadas y proyectos futuros.

Experiencia: El artículo describe la situación de la enseñanza de las geociencias en América Latina y El Caribe y presenta los objetivos, acciones y proyectos del Capítulo Latinoamericano de la Organización Internacional de Educación en Geociencias (LAIGEO).

Resultados/Conclusiones: El progreso de la educación en geociencias en la región está severamente limitado por problemas comunes. Aunque existe enseñanza e investigación de calidad, las carreras vinculadas a las geociencias están poco promocionadas en comparación con otras áreas profesionales y de conocimiento. La carrera de Geología es poco conocida si se compara con otros países o con otras carreras más difundidas en la región. Se identificaron deficiencias en la comunicación y popularización de la información geocientífica, escaso conocimiento e interés público, y la necesidad de integrar a los educadores en geociencias en redes para interactuar con especialistas. [16] **Título:** Percepción de los estudiantes de ingeniería geológica de su aprendizaje en los trabajos de campo geológicos en la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Experiencia y Software: La investigación se centró en la percepción que tienen los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica (FIGMM-UNI) sobre sus aprendizajes en los Trabajos de Campo Geológicos (TCG). Se utilizó un enfoque cualitativo con la metodología de Estudio de Caso. Las técnicas de recolección: se emplearon la Entrevista (a 8 estudiantes) y la Observación Participante (3 observaciones a docentes y estudiantes en campo).

Resultados/Conclusiones: Los estudiantes consideran que los TCG son fundamentales y esenciales para el estudio de la Geología. Las experiencias de campo incrementan el interés por la disciplina. Mejoran la eficiencia del aprendizaje de la geología. Permiten validar los aspectos teóricos al contrastarlos directamente con la realidad del trabajo de campo. Los estudiantes mencionaron que los TCG son necesarios para desarrollar las competencias



propias de la profesión de geólogo.[17] Alrededor de 300 estudiantes de Geología cuentan con software internacional para su aprendizaje práctico. Noticias UTPL.

Experiencia: La investigación se centra en documentar y difundir la adquisición de una herramienta tecnológica de vanguardia para la enseñanza de las Geociencias en la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). El objetivo principal de la acción fue enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje práctico de los estudiantes de Geología, Ingeniería Civil y posgrados relacionados, a través de la incorporación de un software de modelado estructural de nivel internacional.

Resultados/Conclusiones: El uso de este paquete, que es un conjunto completo de herramientas de análisis y modelado estructural, permite a los estudiantes realizar análisis geológicos y estructurales complejos, preparando mejor a los futuros profesionales para el desempeño laboral real. Se logró beneficiar directamente a aproximadamente 300 estudiantes de pregrado y posgrado de las carreras de Geología, Ingeniería Civil, y las maestrías en Geotecnia Aplicada e Ingeniería Civil. La UTPL se constituyó como la única universidad en el país (Ecuador) en contar con esta herramienta especializada, lo que establece un estándar de calidad y diferenciación en la formación en Geociencias. [18] Uso de software minero libre en la enseñanza universitaria de los estudiantes de ingeniería de minas. Universidad Alas Peruanas. Perú.

Experiencia y Software: La investigación tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje de uso del software minero libre en la enseñanza de la carrera de Ingeniería de Minas en las universidades de la ciudad de Cajamarca en el año 2017. El estudio se realizó específicamente en la Universidad Privada Alas Peruanas, la Universidad Privada del Norte y la Universidad Nacional de Cajamarca. La población total fue de 1,207 personas, incluyendo alumnos, catedráticos, directores/coordinadores de carrera y jefes de informática de las tres universidades. La muestra calculada fue de 292 personas, utilizando un error muestral del 5%. La problemática central radicaba en la baja difusión del software libre a pesar de su gratuidad y código abierto, contrastando con el uso extendido de software

comercial en el ámbito local. Se buscaba valorar esta alternativa gratuita y de calidad como solución a los altos costos de licenciamiento.

Resultados/Conclusiones: Se determinó que sí se utiliza software libre, pero su porcentaje de uso por parte de los docentes es del 5%, frente a un 95% de uso de software comercial. Los únicos softwares mineros libres identificados en el dictado de clases fueron RecMin y QGIS. En la Universidad Alas Peruanas (UAP) se dictó RecMin por acuerdo con la dirección y a solicitud de los alumnos, a pesar de no figurar en el sílabo. En la Universidad Privada del Norte (UPN) se usó QGIS como alternativa ante la falta de adquisición de la licencia del software comercial ArcGIS. El 53.7% de los alumnos encuestados afirmó entender lo que es el software libre, y el 51% declaró haberlo utilizado. A pesar del bajo uso actual, el 43.5% de los alumnos manifestó preferir el uso de software libre frente al comercial.

Tabla 1: Síntesis de Estudios de Caso Incluidos en la Revisión

La tabla presenta el título del estudio, el software o la experiencia tecnológica central analizada y las principales conclusiones o hallazgos relevantes para el desarrollo de competencias en Geociencias:

Título del Estudio	Experiencia Central	Conclusiones/Hallazgos
Inteligencia Artificial para geociencias: progreso, desafíos y perspectivas.	Revisión exhaustiva de la evolución de la investigación geocientífica, desde modelos basados en la física hasta enfoques modernos impulsados por la IA. Se destacaron oportunidades no explotadas y los desafíos futuros en la intersección de la IA y las geociencias.	La sinergia entre principios tradicionales y técnicas de IA moderna es el camino a seguir. Persisten retos críticos como la naturaleza de black-box de la IA, brechas de conocimiento en la exploración de las conexiones inter-esferas del sistema terrestre, y la alta demanda de datos/recursos computacionales.
Uso del software libre QGIS (Quantum GIS) para la enseñanza de geoprocésamiento en educación superior.	Se evaluó la experiencia del profesor y de los estudiantes. La experiencia del profesor y de los alumnos fue buena y muy positiva.	QGIS es una herramienta de fácil manejo y utilización con gran potencial para la enseñanza de Geoprocésamiento debido a su accesibilidad e interacción interdisciplinaria. La falta de laboratorios no es un impedimento, ya que se puede instalar en computadoras personales. Se mejorará el equilibrio de horas entre teoría y práctica.
Geotecnologías en la enseñanza de geociencias en el instituto pedagógico de Maturín. Ecuador	Investigación de campo, diseño descriptivo. Análisis del uso y manejo de geotecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las geociencias en el Instituto Pedagógico de Maturín.	70% de los profesores y 65% de los estudiantes afirman que los profesores emplean geotecnologías en clase. 100% de la muestra está Muy de Acuerdo (MDA) con la pertinencia de incorporar las geotecnologías. Aunque existe conocimiento sobre la existencia de geotecnologías, no todos los docentes las utilizan. Existe un consenso total (100%) sobre la pertinencia de incorporar las geotecnologías como recurso de apoyo en la enseñanza.



5. Conclusiones y recomendaciones

La investigación cualitativa, basada en el análisis sistemático de experiencias didácticas en universidades latinoamericanas, confirma la relevancia estratégica del software especializado como eje de la formación por competencias en Geociencias. Se verificó que el software trasciende el rol de simple apoyo, consolidándose como un mediador tecnológico esencial debido a que reduce la distancia epistémica entre la teoría y la praxis profesional, permitiendo que el estudiante construya conocimiento aplicado en entornos simulados y controlados. Los estudios demuestran una correlación positiva directa entre la integración efectiva del software y la mejora del rendimiento académico, la motivación y la capacidad de los estudiantes para diseñar y optimizar operaciones. El éxito académico se ve condicionado por la persistencia de la brecha de acceso tecnológico, la necesidad de abordar la sobrecarga cognitiva mediante un diseño instruccional más eficiente y la experticia del profesor en el uso pedagógico de la herramienta como factor clave para transformar el potencial del software en un logro de aprendizaje.

Las recomendaciones propuestas buscan la excelencia en la formación profesional y la mitigación de desafíos. Se aconseja a las instituciones de educación superior implementar políticas de acceso universalizado al software mediante laboratorios de alto rendimiento o licencias remotas, cruciales para la equidad. Asimismo, se recomienda el rediseño curricular hacia un Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) de mediana duración para introducir las herramientas gradualmente y minimizar la sobrecarga cognitiva. Finalmente, es clave establecer una capacitación docente obligatoria enfocada en la transposición didáctica del software como herramienta de evaluación formativa y reflexión crítica.

Referencias

- [1] Kozma, R. (1994). La influencia de los medios de comunicación en el aprendizaje: el debate continua”. vol 22, n° 4, Verano de 1994.
- [2] Coll, C.; Monereo, C. (2008). Psicología de la educación virtual: Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Ediciones Morata, S.L.



- [3] Mayer, R. (2002). Aprendizaje multimedia. Psicología del aprendizaje y la motivación. Academic Press. Vol. 41, págs. 85-139.
- [4] Cabero, J.; Martínez, A. (2019). Las tecnologías de la información y comunicación y la formación inicial de los docentes. Modelos y competencias digitales. Universidad de Granada.
- [5] Puentedura, R. (2014). SAMR: Un modelo para la integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje.
- [6] Martí, J.; Heydrich, M.; Rojas, M.; Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. Revista Universidad EAFIT, 46 (158), 11–21.
- [7] Zamora, A., t al. (2025). Aprendizaje basado en proyecto: una metodología para el siglo XXI. Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar, 9 (1), 86-855.
- [8] Cejas, M.; Rueda, M.; Cayo, L. Villa, L. (2019) Formación por competencias: Reto de la educación superior. Revista de Ciencias Sociales. vol. XXV, núm. 1, 2019 Universidad del Zulia, Venezuela.
- [9] Bedoya, C. (2022). El carácter fenomenológico de la investigación cualitativa en Max Van Manen y la “Ciencia del origen de la vida”, de Martin Heidegger. Escritos, 30 (65), 249–268.
- [10] Miranda, S.; Ortiz, J. (2020). Los paradigmas de investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. Revista Iberoamericana para la educación y el desarrollo educativo, 11(21).
- [11] Zhao, T., Wang, S., Ouyang, C., Chen, M., Liu, C., Zhang, J., et al. (2024). Inteligencia artificial para geociencias: progreso, desafíos y perspectivas. The Innovation, 5 (5), 100691.
- [12] Harumi-Ito, M.; Fonseca Filho, H.; & Conti, L. A. (2017). Uso del software libre QGIS (Quantum GIS) para la enseñanza de geoprocetamiento en educación superior. Revista Cartográfica, (94), 127–148. Brasil. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i94.345>



- [13] Montilla, A.; Agüero, E.; Mora, L. (2018). Geotecnologías en la enseñanza de geociencias en el Instituto Pedagógico de Maturín. *Rehuso*, 3 (3), 1-12. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1475>.
- [14] Jiménez, M.; Hernández, J.; Jiménez, J.; y Laines, J. (2024). CEMPRI, un software de cementación primaria para pozos verticales terrestres como herramienta para la educación en ingeniería petrolera. *DYNA*, ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v91n233.112977>.
- [15] Villacorta, S.; Sellés, J.; Greco, R.; Oliveira, A., Castillo, t al. (2019). LAIGEO y su contribución a la mejora de la enseñanza y difusión de las geociencias en América Latina y Caribe: Actividades realizadas y proyectos futuros. *Serie Correlación Geológica*, 35 (2), 67-76. <http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/scg-35-2-03.pdf>.
- [16] Revollé, N. (2022). Percepción de los estudiantes de ingeniería geológica de su aprendizaje en los trabajos de campo geológicos en la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional de Ingeniería. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú.
- [17] Universidad Técnica Particular de Loja. Alrededor de 300 estudiantes de Geología cuentan con software internacional para su aprendizaje práctico. Noticias UTPL. Recuperado de <https://noticias.utpl.edu.ec/alrededor-de-300-estudiantes-de-geologia-cuentan-con-software-internacional-para-su-aprendizaje-practico>.
- [18] Cruzado, M. (2018). Uso de software minero libre en la enseñanza universitaria de los estudiantes de ingeniería de minas. Universidad Alas Peruanas. Perú.

Impacto Antrópico en la Laguna de los Francos, Parroquia Catedral, Ciudad Bolívar, Venezuela

Anthropic impact on laguna de los francos, cathedral parish, Ciudad Bolívar, Venezuela

Nairobis D. López M.¹, Neldys C. Ordoñez L², Morellys D. Lozano D³.

1 Ingeniera en Minas. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.:+58424-9070588, e-mail: nairobislopezm@gmail.com, ORCID iD <https://orcid.org/0009-0009-0136-0482>.

2 Ingeniera en Mantenimiento Industrial. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.:+58412-4842498, e-mail: ordonezneldys@gmail.com, ORCID iD <https://orcid.org/0009-0000-4757-6400>.

3 Ingeniera del Ambiente y de los Recursos Naturales. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Telf.: +58414-4692767, e-mail: mlozanodore@gmail.com, ORCID iD <https://orcid.org/0009-0000-2812-4441>.

Recibido: 04/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

Este estudio evalúa el impacto antrópico en la Laguna de Los Francos, un ecosistema de agua dulce en Ciudad Bolívar, Venezuela, históricamente vinculado al río Orinoco. La laguna enfrenta una significativa contaminación por residuos sólidos urbanos, afectando la biodiversidad y la salud pública. Se aplicó la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) mediante la matriz de Leopold para analizar las interacciones entre las actividades humanas y el ambiente. Los resultados revelan que la acumulación de residuos sólidos, exacerbada por la quema de basura, induce degradación de la vegetación ribereña, disminución de la fauna y generación de emisiones nocivas. Los impactos más relevantes se identificaron en la generación, separación y almacenamiento de residuos sólidos, manifestándose como contaminación del aire (olores), deterioro paisajístico y contaminación del agua.

Palabras claves: Residuos Sólidos Urbanos, Contaminación, Calidad del Agua, Biodiversidad, Impacto Antrópico.

Abstract

This study assesses the anthropogenic impact on Laguna de Los Francos, a freshwater ecosystem in Ciudad Bolívar, Venezuela, historically linked to the Orinoco River. The lagoon faces significant pollution from urban solid waste (USW), affecting biodiversity and public health. Environmental Impact Assessment (EIA) was applied using the Leopold matrix to analyze the interactions between human activities and the environment. The results reveal that the accumulation of solid waste, exacerbated by garbage burning, induces degradation of riparian vegetation, decrease of fauna and generation of harmful emissions. The most relevant impacts were identified in the generation, separation and storage of USW, manifesting as air pollution (odors), landscape deterioration and water pollution.

Keywords: Urban Solid Waste, Pollution, Water Quality, Biodiversity, Anthropic Impact.



1.Introducción

La evaluación del impacto ambiental (EIA) se establece como un instrumento metodológico para la identificación y valoración de los efectos potenciales de intervenciones antrópicas sobre los componentes físico-químicos, biológicos, culturales y socioeconómicos del entorno (Canter, 1996). [1]. Un impacto antrópico puede definirse como cualquier alteración en el ambiente, ya sea positiva o negativa, resultante de las actividades humanas que modifican las condiciones naturales de un ecosistema (Sánchez, 2008). [2]. Estos impactos pueden manifestarse de manera directa o indirecta, inmediata o a largo plazo, y su magnitud depende tanto de la naturaleza de la intervención como de la vulnerabilidad del entorno receptor. Por lo tanto, la identificación y evaluación de los impactos antrópicos constituye un paso fundamental en la gestión ambiental, permitiendo la implementación de medidas de mitigación y control que contribuyan a la sostenibilidad de los sistemas afectados.

Los ecosistemas de agua dulce, como lagos y lagunas, son vitales para la biodiversidad y las comunidades humanas, ya que proporcionan recursos hídricos y servicios eco sistémicos [3]. Un ecosistema de agua dulce se define como un sistema biológico compuesto por comunidades de organismos que interactúan entre sí y con el medio físico en ambientes acuáticos continentales caracterizados por una baja concentración de sales, tales como ríos, lagos, lagunas, humedales y arroyos.

En este estudio se orienta a la evaluación del impacto antrópico sobre la Laguna de Los Francos, un ecosistema de agua dulce ubicado en Ciudad Bolívar (Estado Bolívar, Venezuela). La contaminación constituye un desafío ambiental de alcance global, con repercusiones negativas tanto para la integridad de los ecosistemas como para la salud de las poblaciones humanas (Landrigan et al., 2018). [4]. En el contexto específico de la urbanización Los Coquitos, la Laguna de Los Francos enfrenta una problemática significativa asociada a la acumulación y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, que incluyen desechos domésticos, comerciales y posiblemente industriales.



Esta acumulación ha provocado la degradación de la vegetación ribereña y una disminución notable de la biodiversidad acuática y terrestre. Además, prácticas como la incineración de residuos contribuyen a la emisión de contaminantes atmosféricos y a la proliferación de vectores de enfermedades, lo que agrava el deterioro de la calidad ambiental y representa un riesgo para la salud pública de la comunidad local (Bernache-Pérez et al., 2021). [5].

En el presente estudio, se implementó la matriz de Leopold para la evaluación de impactos, permitiendo la identificación de interacciones entre actividades antrópicas y componentes ambientales. La matriz de Leopold, aunque reconocida por su carácter cualitativo y la influencia de criterios subjetivos (Conesa, 2010) [6], proporciona un marco estructurado para la evaluación de impactos y la comparación de alternativas de gestión.

La valoración de impactos se realizará mediante la asignación de puntajes y la codificación de colores, permitiendo la clasificación de impactos en categorías de alta, media y baja significancia. La matriz de Leopold es una herramienta metodológica desarrollada por Leopold et al. (1971), que consiste en una tabla bidimensional donde las filas representan las acciones del proyecto y las columnas los factores ambientales, permitiendo registrar y valorar sistemáticamente la magnitud y la importancia de cada impacto potencial identificado. [7].

Clasificación de los impactos según Leopold et al 1971

Significancia de impacto	Puntos obtenidos	Color
Alto	100-51	
Medio	50-33	
Bajo	32-0	

La Laguna de los Francos, conectada intrínsecamente al río Orinoco, sufre grave contaminación por residuos urbanos. Esta situación afecta directamente la biodiversidad local y la salud pública. Para evaluar el impacto ambiental, se aplicará la matriz de Leopold,

lo que permitirá identificar y valorar los efectos de las intervenciones humanas en este ecosistema.



Fuente: Foto personal (9 de Octubre de 2024)



Fuente: Foto personal (9 de Octubre de 2024)

La importancia de esta investigación radica en su contribución al diagnóstico y gestión de los impactos ambientales derivados de la inadecuada disposición de residuos sólidos en la Laguna de Los Francos, un ecosistema de agua dulce fundamental para la biodiversidad y el bienestar humano (Wetzel, 2001). La aplicación de la evaluación de impacto ambiental (EIA) como instrumento metodológico permite identificar, prever y gestionar los efectos de las actividades antrópicas sobre los componentes físico-químicos, biológicos y socioeconómicos del entorno, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación y restauración (Canter, 1996;). Además, la investigación fomenta la participación comunitaria y la educación ambiental, elementos clave para la aceptación social y el éxito de las estrategias de manejo (Landrigan et al., 2018;). Así, este estudio no solo contribuye a la protección de la Laguna de Los Francos, sino que también sienta bases replicables para la gestión de residuos y la conservación de ecosistemas acuáticos en contextos urbanos similares.

2. Fundamentos Teóricos

Los cuerpos de agua lénticos, como lagunas y lagos, son ecosistemas dinámicos que brindan servicios ecosistémicos vitales: regulación hídrica, hábitat para biodiversidad, recreación y aporte al paisaje (Margalef, 1983). [8]La Laguna de Los Francos, como sistema léntico urbano, cumple funciones ecológicas y sociales dentro de la trama urbana de Ciudad



Bolívar, constituyendo un elemento clave en la estructura ecológica local y un potencial espacio de conservación y uso sostenible (MEA, 2005).[9]

De acuerdo con el concepto de Impacto Antrópico se entiende como la alteración significativa del medio ambiente resultante directa o indirectamente de las actividades humanas. Estos impactos pueden ser **positivos** (restauración, conservación) o, más comúnmente, **negativos**, generando estrés ambiental, pérdida de biodiversidad y degradación de los servicios ecosistémicos (Holdgate, 1979). [11]. En ecosistemas acuáticos urbanos como la Laguna de Los Francos, la presión antrópica suele ser intensa y multifactorial.

Las principales fuentes de impacto antrópico en ecosistemas lacustres urbanos:

- **Urbanización y Cambio de Uso del Suelo:** La expansión urbana desordenada (periurbana o en su cuenca) genera impermeabilización del suelo, alterando el régimen hidrológico natural (escorrentía), incrementando el aporte de sedimentos y contaminantes (sólidos en suspensión) (Paul & Meyer, 2001). [12].
- **Vertido de Aguas Residuales Domésticas:** La descarga directa o indirecta de aguas servidas sin tratamiento adecuado introduce nutrientes (nitrógeno, fósforo) causando eutrofización, así como patógenos y materia orgánica que consumen oxígeno disuelto (OD), afectando la vida acuática (Smith et al., 1999). [13].
- **Disposición Inadecuada de Residuos Sólidos:** El arrojo de basura en la laguna o sus márgenes contamina el agua (lixiviados), deteriora el paisaje, genera focos de insalubridad y puede causar la muerte de fauna por ingestión o enredo (UNEP, 2005). [14].
- **Actividades Recreativas No Reguladas:** El turismo masivo o mal gestionado puede provocar compactación y erosión de riberas, contaminación por combustibles de embarcaciones, generación de ruido que perturba la fauna y abandono de residuos (Cebrián-Piqueras et al., 2017). [15].



- **Introducción de Especies Exóticas:** La liberación intencional o accidental de especies foráneas (peces, plantas) puede alterar las cadenas tróficas, desplazar especies nativas y modificar la estructura del ecosistema (Sala et al., 2000). [16]

Consecuencias Ambientales de los Impactos Antrópicos en Lagunas Urbanas: La sinergia de estas presiones conduce a:

- **Degradación de la Calidad del Agua:** Disminución de OD, aumento de turbidez, proliferación de algas nocivas (cianobacterias), presencia de contaminantes químicos y microbiológicos.
- **Pérdida de Biodiversidad:** Reducción o extinción local de especies nativas de flora y fauna acuática y ribereña, homogenización biótica.
- **Alteración de Procesos Ecológicos:** Cambios en las redes tróficas, aceleración de la sucesión natural (colmatación, envejecimiento prematuro o "eutrofización cultural").
- **Pérdida de Servicios Ecosistémicos:** Reducción de la capacidad de regulación hídrica, deterioro del valor estético y recreativo, riesgo para la salud pública.

2.1 Marco Normativo y de Gestión en Venezuela:

La protección de recursos hídricos como la Laguna de Los Francos se sustenta en instrumentos legales nacionales y locales:

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Art. 127:** Derecho a un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado. Deber del Estado y la sociedad proteger el ambiente. [17].
- **Ley de Aguas (2007):** Establece el dominio público de las aguas, prioriza usos (primero consumo humano), y promueve la gestión integral y la protección de cuerpos de agua. [18].
- **Ley Penal del Ambiente (2012):** Tipifica delitos ambientales, incluyendo la contaminación de aguas y la alteración nociva de ecosistemas. [19].



- **Ordenanzas Municipales:** El Municipio Angostura del Orinoco (al cual pertenece la Parroquia Catedral) debe contar con ordenanzas sobre manejo de residuos sólidos, saneamiento ambiental, uso del suelo y protección de espacios naturales, aplicables a la Laguna de Los Francos. Su existencia y aplicación efectiva son cruciales.

2.2 La Gestión Ambiental Urbana y la Conservación de Humedales:

Abordar el impacto antrópico requiere un enfoque de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas y Gestión Ambiental Urbana Sostenible (Dourojeanni, 2001). [20]. Esto implica:

Planificación Territorial: Incluir la laguna y su área de influencia en planes de ordenación urbana con criterios de protección.

Saneamiento Básico: Implementar o mejorar sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas y residuos sólidos.

Educación y Participación Comunitaria: Fomentar la corresponsabilidad ciudadana en el cuidado de la laguna.

Monitoreo Ambiental Continúo: Evaluar parámetros físico-químicos y biológicos para diagnosticar el estado y medir la efectividad de las medidas.

Restauración Ecológica: Aplicar técnicas para recuperar la calidad del agua, la vegetación ribereña y la funcionalidad ecológica (Hobbs & Harris, 2001). [21].

3. Métodos, Materiales y Equipos

3.1 Área de estudio.

La Laguna de Los Francos se encuentra ubicada en la planicie de inundación del río Orinoco, al noreste de Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela, específicamente en el municipio Angostura del Orinoco, en el sector conocido como La Octava Estrella. Geográficamente, sus coordenadas aproximadas en UTM son 900.500 – 901.000 Norte y 443.000 – 442.000 Este. La laguna está situada a plena ribera del río Orinoco, muy cerca de comunidades como Los Coquitos y La Lorena, y se encuentra en una zona caracterizada por

la presencia de unidades geológicas como el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y sedimentos recientes. Este ecosistema de agua dulce forma parte de un sistema lagunar conectado al río Orinoco y es un área de importancia ambiental y social para Ciudad Bolívar. [22].

Figura 1: Laguna de los francos



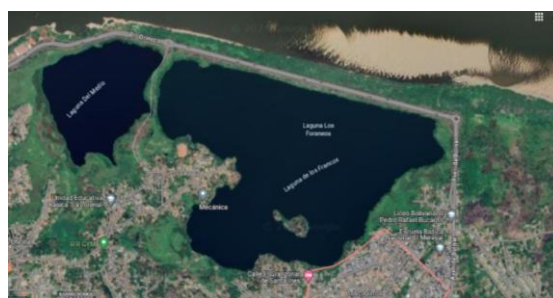
Fuente: *Google maps (2025)*

Figura 2: Laguna de los francos



Fuente: *Google maps (2025)*

Figura N 3. Vista satelital de la Laguna de los Francos



Fuente: *Google maps (2025)*

3.2 Recolección de la Muestra

Este estudio, que evalúa el impacto antrópico en la Laguna de Los Francos, se fundamenta en un diseño descriptivo y de campo para caracterizar la contaminación y sus



efectos en el ecosistema, siguiendo los lineamientos metodológicos de Hernández, Fernández y Baptista (2014). [23]. La recolección de datos se realizó mediante la observación directa de los puntos de acumulación de desechos sólidos en los alrededores de la laguna, identificando y registrando los sitios donde se localizaron los principales focos de residuos. Además, la investigación se complementó con un análisis de literatura científica y la revisión de datos secundarios, lo que permitió profundizar en los impactos significativos asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos en la zona.

3.3 Equipos y Materiales:

Libreta de Notas y Lápiz, Cámara fotográfica, Teléfono móvil, Computadora

4. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

La evaluación de impacto ambiental en la Laguna de los Francos se realizó utilizando una matriz de identificación y valoración de impactos, que permite analizar de manera sistemática y cuantitativa los efectos de las actividades antrópicas asociadas al manejo de residuos sólidos sobre los distintos componentes del ambiente. Esta matriz facilita la visualización de cómo cada fase del manejo de residuos (generación, separación, almacenamiento, transporte y recolección) afecta a las características ambientales físicas, biológicas y socioeconómicas, asignando valores numéricos que reflejan la magnitud y dirección de los impactos. A través de este enfoque, se pueden identificar los elementos más vulnerables del ecosistema y priorizar acciones de mitigación basadas en evidencia técnica. Pasos de la identificación del impacto:

Identificación de medios y categorías ambientales

Se definieron los medios ambientales relevantes: físicos (agua, suelo, aire, paisaje), biológicos (fauna, flora) y socioeconómicos.

Dentro de cada medio, se especificaron categorías y características particulares (ejemplo: laguna, continental, erosión, ruido, insectos, calidad de vida, empleo).



Desglose de actividades antrópicas. Se identificaron las fases del manejo de los residuos: generación, separación, almacenamiento, transporte y recolección.

Para cada característica ambiental, se analizaron los posibles impactos asociados a cada fase del manejo del residuo.

Asignación de valores de impactos

En la matriz se asignaron valores numéricos (positivos y negativos) que representan la magnitud y dirección del impacto para cada interacción entre actividad y característica ambiental.

Los valores negativos indican impactos adversos, mientras que los positivos señalan los posibles beneficios o mejoras.

Cálculo del número de impactos

Se sumaron los valores de impacto positivo y negativo para cada característica y fase, obteniendo el número total de impactos positivos (+) y negativos (-).

Suma total y promedio de impactos

Se calcularon los totales de impactos positivos y negativos para cada componente ambiental.

Se obtuvo el promedio de impactos dividiendo el total de impactos por el número de fases evaluadas, facilitando la comparación entre diferentes componentes.

Interpretación de resultados

Se analizaron los totales y promedios para identificar los componentes más afectados y priorizar acciones de mitigación.

Se destacó el efecto acumulativo de las fases del manejo de residuos sólidos sobre los distintos medios ambientales.

Elaboración del informe

Se presentaron los resultados en tablas y gráficos, acompañados de una interpretación técnica y recomendaciones para la gestión ambiental en la Laguna de Los Francos.

5. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos evidencian impactos significativos en la calidad del aire, del agua, en el paisaje y en la salud pública, lo que resalta la urgencia de implementar prácticas de gestión integral de residuos orientadas a mitigar la degradación ambiental. La evaluación de estos impactos, clasificados como altos, medios y bajos, se fundamenta en un análisis detallado de una matriz de Leopold del impacto antrópico en la Laguna de Los Francos, permitiendo así identificar y priorizar acciones de manejo ambiental basadas en criterios técnicos y científicos.

Tabla N. ° 2. Matriz de Leopold de los impactos antrópicos de la laguna.

ACTIVIDADES ANTRÓPICAS													
ACTIVIDADES		CARACTERÍSTICAS	FASES DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS				Nº de Impacto (+)	Nº de Impacto (-)	Total Impactos (+)	Total Impactos (-)	Promedio de Impactos (+)	Promedio de Impactos (-)	
MEDIOS	CATEGORÍAS	DESCRIPCION	GENERACION	SEPARACION	ALMACENAMIENTO	TRANSPORTE Y RECOLECCION							
FISICOS	CUERPOS DE AGUA	laguna	-5/4	-7/9	-6/6	-9/8	27	-27	-54	4	4	-54	
		continental	-2/2	-5/6	-2/4	-9/8	18	20	2	4	4	38	
	SUELO	relieve	-5/5	-6/7	-6/6	-7/9	13	-30	48	4	4	23	
		erosion	-1/3	-6/8	-6/7	-7/10	24	-29	13	4	4	54	
		Fertilidad	-1/4	-6/9	-6/8	-7/11	0	-26	12	4	4	16	
		cobertura vegetal	-1/5	-6/10	-6/9	-7/12	19	-38	10	4	4	12	
		AIRE	ruido	-1/6	-5/3	-4/2	-7/9	32	-35	27	4	4	29
	partículas		-8/5	-4/2	-8/1	-7/14	27	-29	19	4	4	12	
	gases		-1/8	-9/3	-5/9	-7/15	42	-21	10	4	4	17	
	PAISAJE	natural	-1/9	-8/9	-4/2	-7/16	14	-19	53	4	4	19	
		intervenido	-1/10	-5/2	-3/1	-9/5	16	-13	12	4	4	43	
BIOLÓGICOS	FAUNA	insectos	-9/6	-6/4	-9/6	-8/3	12	-12	43	4	4	29	
		infitofaunas	-5/3	-9/9	-3/1	-2/6	19	-16	19	4	4	22	
		Micro fauna	-9/5	-8/2	-7/4	-4/2	29	-19	33	4	4	0	
		Especies en peligro ext.	-9/2	-4/1		-4/9	42	-17	14	4	4	17	
	FLORA	Xerofilia	-7/2	-7/6	-8/4	-7/3	12	-37	43	4	4	14	
		M anglares	-8/3	-9/3	-7/2	-9/3	17	-42	24	4	4	19	
SOCIO-ECONÓMICOS		Demanda de Bienes y Servicios	-4/9	-8/9	-9/4	-4/5	43	-26	16	4	4	43	
		Calidad de Vida	-7/1	-3/8	-4/9	-3/1	12	-32	12	4	4	21	
		Incremento Demográfico	-1/19	-7/5	7/2	-4/2	10	-20	18	4	4	14	
		Seguridad	-7/3	-6/3	-9/2	8/6	0	-12	39	4	4	32	
		Costumbres	-2/9	-9/8	-5/1	-6/3	22	-12	43	4	4	54	
		Intercambio Cultural	-3/2	-7/7		-4/9	23	-16	54	4	4	18	
		Empleo	-9/6	-4/2	-3/2	-5/6	34	-17	14	4	4	17	
		Ingreso	-3/5	-6/2	-8/3	-9/4	41	-19	43	4	4	36	

Teniendo en cuenta la matriz, los impactos más relevantes se encuentran en la etapa de generación, separación y almacenamiento, en donde se presenta contaminación del aire por malos olores, contaminación del agua, impacto visual paisajístico negativo y el riesgo de generación de enfermedades. Pero todos estos impactos negativos, se pueden minimizar, aplicando en las etapas de generación, separación y almacenamiento; practicas efectivas que nos permite clasificar los residuos sólidos para un mejor aprovechamiento, transformación y tratamiento (reciclaje, etc.) con el fin de reducir el volumen de los residuos Para mayor explicación a continuación se presenta el análisis de significancia y calificación de impactos, donde se detalla y precisa la descripción del impacto ambiental generado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la laguna de los Francos.

Tabla 3. Jerarquización de los impactos ambientales identificados

Impacto	Significancia	Puntos obtenidos	Color
Contaminación por malos olores	Alto	55	Red
Disminución de la calidad visual	Ato	54	
Contaminación de las aguas	Medio	41	Yellow
Calidad de la salud	Bajo	34	Green

El análisis detallado de la matriz evidencia que los impactos más relevantes se concentran en las etapas de generación, separación y almacenamiento de residuos. En estas fases se identifican problemáticas como la contaminación del aire por malos olores, la contaminación del agua, el deterioro visual del paisaje y el riesgo de generación de enfermedades. Sin embargo, estos impactos negativos pueden ser mitigados mediante la implementación de prácticas adecuadas de manejo, tales como la clasificación, aprovechamiento, transformación y tratamiento de los residuos sólidos (por ejemplo, reciclaje), lo que contribuye a reducir el volumen de residuos y sus efectos adversos.

Continuación, se presenta el análisis específico de cada componente afectado

Componente	Categoría	Descripción de impacto	Detalles del impacto
Aire	Calidad	Olores	Se identifican olores desagradables en las fases de generación, separación (no implementada), almacenamiento y disposición temporal de residuos. La descomposición de residuos orgánicos genera molestias a los habitantes y afecta la calidad del aire.
Paisajístico	Calidad visual	Contaminación visual	La mala disposición de residuos sólidos en generación y almacenamiento produce contaminación visual. Se observan residuos en suelos, calles, canales, vías internas y viviendas, deteriorando el entorno paisajístico y afectando la estética de la laguna. Es indispensable mejorar el almacenamiento temporal y la clasificación de residuos para mitigar este impacto

Fuente: *Elaboración Propia (2025)*

6. Conclusiones

La evaluación del impacto ambiental en la Laguna de Los Francos revela que la acumulación y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos constituye la principal fuente de degradación ambiental en este ecosistema léntico, afectando de manera crítica los componentes físico-químicos, biológicos y socioeconómicos del entorno. La aplicación de la



matriz de Leopold permitió identificar y cuantificar los efectos negativos de cada fase del manejo de residuos sobre el agua, el suelo, el aire, la biodiversidad y la calidad de vida de la población local, destacando la alta significancia de los impactos adversos en la calidad del agua y la salud pública. Este enfoque sistemático evidencia que la presión antrópica, especialmente en contextos urbanos con escasa planificación y control, genera una sinergia de efectos que comprometen la resiliencia y funcionalidad ecológica de la laguna.

Desde una perspectiva técnica, los resultados subrayan la necesidad de implementar estrategias integrales de gestión ambiental que incluyan la mejora de los sistemas de recolección y tratamiento de residuos sólidos, la restauración de la vegetación ribereña y el monitoreo continuo de los parámetros físico-químicos y biológicos del ecosistema. Además, la investigación demuestra que la participación comunitaria y la educación ambiental son elementos clave para fomentar la corresponsabilidad ciudadana y garantizar la sostenibilidad de las medidas adoptadas. El marco normativo venezolano, aunque sólido en sus principios, requiere una aplicación efectiva y coordinada a nivel local para proteger recursos hídricos tan vulnerables como la Laguna de Los Francos.

En síntesis, este estudio no solo aporta un diagnóstico preciso y replicable sobre el estado ambiental de la Laguna de Los Francos, sino que también establece lineamientos para la toma de decisiones informadas en materia de manejo de residuos y conservación de humedales urbanos. La integración de instrumentos metodológicos como la EIA y la matriz de Leopold, junto con el fortalecimiento de la gobernanza ambiental y la restauración ecológica, resulta fundamental para revertir la tendencia de deterioro y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la biodiversidad y el bienestar humano en contextos urbanos similares

7. Referencias.

[1] Canter, L. W. (1996). *Environmental impact assessment*. McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering.



- [2] Sánchez, L. E. (2008). *Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y métodos*. Oficina de Textos.
- [3] Wetzel R. Limnología: Ecosistemas de Lagos y Ríos (2001).
- [4] Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Boulanger, J., Schwart, D., Ahdren, C. & Chiles, T. (2018). Pollution and health: a progress update. *The Lancet Planetary Health*, 2(12), e535-e542.
- [5] Bernache-Pérez, G., Cerón-Bretón, R. M., & Domínguez-Cortázar, M. (2021). Impacto de los residuos sólidos urbanos en la salud humana y el ambiente. *Revista de la Universidad del Valle de México*, (28), 78-87.
- [6] Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.
- [7] Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular 645. U.S. Department of the Interior
- [8] Margalef, R. (1983). Limnología. Omega.
- [9] Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute.
- [10] Holdgate, M. W. (1979). A perspective of environmental pollution*. Cambridge University Press.
- [11] Paul, M. J., & Meyer, J. L. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*.
- [12] Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*.
- [13] UNEP (United Nations Environment Programme). (2005). Marine Litter: An Analytical Overview.
- [14] Cebrián-Piqueras, M. A., et al. (2017). Scientific and local ecological knowledge in recreational coastal management. *Journal of Environmental Management*.
- [15] Sala, O. E., et al. (2000). *Global biodiversity scenarios for the year 2100*. Science
- [16] Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).



- [17] Ley de Aguas (2007). Gaceta Oficial N° 38.595
- [18] Ley penal del Ambiente (2012). Gaceta Oficial N° 39.913.
- [19] Dourojeanni, A. (2001). *Gestión de cuencas hidrográficas*. CEPAL.
- [20] Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology-
- [21] Hernández, R & Fernández, C & Batista, M, del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6^a ed). McGraw Hill Interamericana. ISBN: 978-14562-2396-0



Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para la Celda De Sello del Calcinador Cal-45-102 de C.V.G. Bauxilum

Reliability-Centered Maintenance (RCM) for the Seal Cell of the Cal-45-102 Calciner at C.V.G. Bauxilum

Annys M. Soffia de C.¹, Yesika del C. Pérez S.²

1 Ingeniero en Mantenimiento. Universidad. Profesor Instructor. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolivar). Telf.: +58 4249485386, e-mail: soffia.annys@gmail.com

2. Ingeniero en Mantenimiento. Profesor Asistente. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolivar). Telf. +58 4269952726, email: yesik.perezsilv@gmail.com

Recibido: 04/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad tiene como objetivo aumentar progresivamente la confiabilidad operacional de la celda de sello del calcinador cal-45-102 de CVG Bauxilum Reduciendo los costos asociados al mantenimiento y a las fallas del equipo, también les proporcionará a los trabajadores las herramientas necesarias para atacar una falla según sea su criticidad y frecuencia de ocurrencia, además, les brindará un ambiente de trabajo más seguro, mediante una disminución de los riesgos asociados a las fallas en la celda de sello. Para determinar la problemática existente, se revisó la data operacional y los históricos de fallas de los equipos pertenecientes al proceso productivo, lo que indicó que el material refractario fue el componente que presento más horas de paradas no programadas, determinando así el componente crítico del proceso productivo.

Palabras Claves Mantenimiento, celda de sello, paradas no programadas, confiabilidad operacional

Abstract

Reliability-Centered Maintenance aims to progressively increase the operational reliability of the seal cell of CVG Bauxilum cal-45-102 calciner. By reducing the costs associated with maintenance and equipment failures, it will also provide workers with the necessary tools to address a failure based on its criticality and frequency of occurrence. It will also provide them with a safer work environment by reducing the risks associated with seal cell failures. To determine the current problem, operational data and failure history of the equipment belonging to the production process were reviewed. This indicated that the refractory material was the component that presented the most hours of unscheduled downtime, thus determining the critical component of the production process.

Keywords Maintenance, seal cell, unscheduled stops, operational reliability

1.Introducción

El proceso de transformación de la alúmina se genera a través de calcinadores u hornos de lecho fluidizado y su operación es por medio de intercambio de calor. Los gases que se obtienen de esta combustión, permiten intercambiar calor de manera directa con la carga a calentar, al mismo tiempo que ayuda al transporte o fluidización de dicha carga. El lecho fluidizado se expande hacia arriba y por ende la concentración de sólidos en la parte



superior del mismo es más baja. Los gases calientes con esta baja concentración de sólidos entran al ciclón de reciclo en el cual se produce la separación de los sólidos. La alúmina calcinada separada en el ciclón pasa a través de la celda de sello que tiene forma de (U) y entra de nuevo al horno de lecho fluidizado. De esta manera los sólidos son recirculados a través de la etapa completa de calcinación que consta del horno de lecho fluidizado, el ciclón de reciclo y la celda de sello, logrando que tanto la temperatura de la alúmina como la de los gases sean bastante uniformes.

En este sentido, es fundamental tomar en consideración los factores que afectan el funcionamiento de los calcinadores los cuales ocasionan la disminución de la eficiencia térmica causando pérdidas de calor por falta de aislamiento térmico de las tuberías, equipos y dispositivos, por el desperdicio de energía contenida en los efluentes gaseosos, y debido a los procesos de combustión incompleta, en cuyo caso, se mencionan algunas causas de esta deficiencia térmica: Problemas de operación y mantenimiento del sistema de alimentación de combustible. Combustión incompleta por insuficiente porcentaje de exceso de aire. Defectos o suciedad en el regulador de presión del gas a la entrada de los quemadores.

Es importante destacar que los calcinadores son herramientas determinantes para la obtención de la alúmina calcinada, puesto que, hacen posible que se genere el proceso necesario usando un sistema de combustión y fluidización del sólido con aire, donde el calcinador es alimentado con hidrato de aluminio, a través, de un chuto que descarga mediante unos tornillos al secador Venturi I, donde ocurre la primera etapa de secado. En el Venturi I, los sólidos son fluidizados por los gases de desechos procedentes de la segunda etapa de secado, el calor contenido en el gas de desecho (400°C) evapora toda la humedad superficial y parte del agua molecular. El hidrato resecado es transportado al precipitador electrostático donde se lleva a cabo la separación, saliendo los gases de desechos libres de polvo por la chimenea.

Posteriormente, el hidrato es elevado neumáticamente hacia el segundo secador Venturi. La mezcla gas-sólido pasa seguidamente al ciclón I donde se separa nuevamente en corrientes de gas y sólido. La alúmina parcialmente calcinada se descarga por la sección



inferior del ciclón I hacia el calcinador de lecho fluidizado donde el calor necesario es generado por la combustión directa del gas natural. En este punto llegamos a la celda de sello que es el estudio de nuestra investigación la cual es la encargada de permitir recircular una porción de alúmina al horno desde la parte inferior del ciclón de reciclo. También se encarga de evitar el movimiento de gases y alúmina en direcciones no convenientes o perjudicial para el sistema, tal como la entrada de gases combustibles del horno a la parte inferior el ciclón de reciclo y la alúmina desde el hasta la descarga a la línea de gases de la salida del enfriador del lecho fluidizado.

2. Fundamentos teóricos

Milano define el mantenimiento como “todas aquellas labores que realiza el usuario durante la vida operativa del equipo o sistema productivo para lograr que estén en estado de funcionamiento o para volverlo a ese estado. El conjunto de estas labores de mantenimiento es conocido como proceso de mantenimiento, en el cual la entrada está representada por el equipo o sistema cuyo funcionamiento debe ser conservado por el usuario y la salida por el equipo o sistema en estado de funcionamiento” [1]. En este sentido, todo proceso de mantenimiento que se desee ejecutar debe estar estrechamente relacionado con un proceso sistemático de planificación, que no es más que una forma organizada de administrar el trabajo y todos los elementos que este pueda implicar.

Así mismo, es importante hacer referencia a la programación, que según el planteamiento de Duffua, “se refiere a la organización para la ejecución de las actividades de mantenimiento definidas, es decir la planificación nos dice qué es lo que tenemos que hacer y la programación es más específica diciéndonos cuándo, con quién y con qué hacer la actividad [2]. Para ello es recomendable definir un horizonte de planificación que puede ser semanal, mensual, y que es importante considerar la inclusión de los materiales necesarios. De allí la importancia de establecer relación entre los términos antes definidos, que representan la base para hacer referencia al Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM) como un proceso y una filosofía de mantenimiento, utilizado para determinar que se debe realizar para garantizar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios



desean que haga dentro de su estándar de funcionamiento. Este proceso tiene la capacidad de mantener satisfactoriamente los estándares de calidad, tanto de servicio como de producto [3]. El principal objetivo del RCM es mantener la confiabilidad inherente de la función del sistema, es decir con esta metodología se asegura el estándar de funcionamiento. Se tiene que tomar en cuenta que cuando un equipo falla no necesariamente es cuando se ha detenido, un equipo falla cuando deja de producir el funcionamiento deseado o lo que el usuario necesita.

La meta final de realizar un análisis RCM es implantar un programa de mantenimiento preventivo técnicamente eficaz y económicamente eficiente [4]. Tomando en consideración la criticidad para establecer las prioridades en los procesos, contribuyendo a la toma de decisiones acertadas. En consecuencia, establecer propuestas de mantenimiento para garantizar la operatividad de áreas o equipos de trabajo es fundamental, para poder ejecutar rutinas o jornadas de trabajo con la mayor efectividad, tal es el caso del calcinador que es un equipo indispensable para el proceso de fabricación de alúmina [5], el cual debe someterse a revisión y mantenimiento de manera periódica. Este calcinador consta de seis partes esenciales: precipitador, Venturi, horno, ciclón de recicló, ciclón de aire y la celda de sello que representa el elemento central, la cual está formada por paredes de láminas de acero, constituida internamente por una entrada del recicló y una salida hacia el horno, conformada por: boquillas de aire, anclajes de acero inoxidable, material refractario y ladrillo refractario.

Los elementos antes mencionados, pueden llegar a ser objeto de fallas debido a la falta de mantenimiento de la unidad, esto puede causar paradas repentinas o no programadas que afectan el buen funcionamiento de la misma, dichas fallas pueden ser: desprendimiento de los anclajes, deterioro del cemento refractario, grietas en las paredes, entre otras.

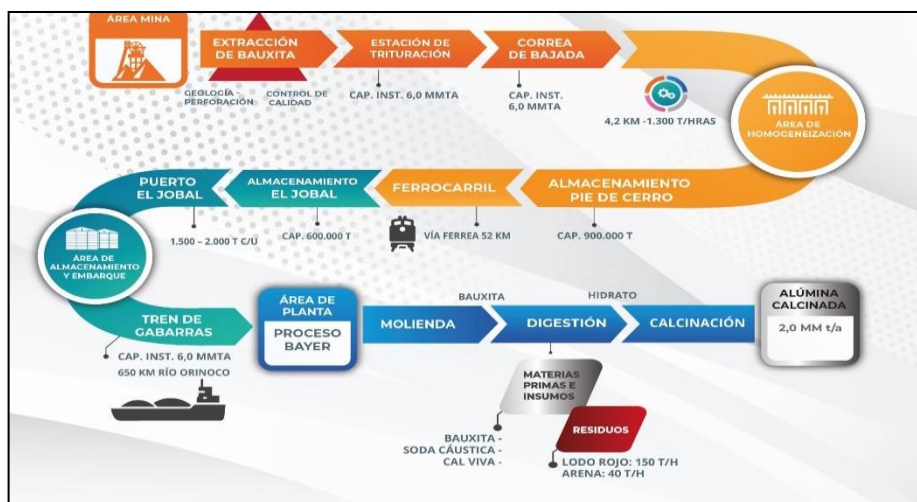
3. Método, materiales y equipos

3.1 Diagnostico del proceso productivo

El proceso de producción de la bauxita se inicia con la explotación del mineral en la operadora de Bauxita, es extraída directamente de los diferentes bloques de la mina, con el objeto de obtener la calidad requerida del mineral. Una vez que llega a la Operadora de

Alúmina, se descarga en los distintos patios de almacenamiento PA-1 INDOOR con capacidad de 222.000 TM, el PA-2 OUTDOOR con capacidad de 296.000 TM y el PA-3 con capacidad de 1.300.000 TM.

Cuadro n° 1. Diagrama de procesos para el proceso productivo



Mediante el proceso Bayer, la bauxita previamente molida, con alta presión y temperatura, utilizando hidróxido de sodio, para luego retirarle las impurezas (arena y lodo). Pasa a la fase de filtrado donde se retira la suspensión de aluminato de sodio, luego pasa a una fase de enfriamiento por expansión que la acondiciona (sobresatura) para la fase de precipitación donde se obtiene el hidrato de alúmina, para posteriormente ser calcinada, en este punto es necesario, hacer referencia al área de calcinación, donde se encuentran las celdas de sello, que forman parte de la Unidad Calcinadora CAL-45-102 jugando un papel fundamental dentro del proceso de transformación para obtener la alúmina.

La celda de sello es una parte esencial en la unidad calcinadora, ya que, se encarga de recircular una porción de alúmina al horno desde la parte inferior del ciclón de reciclo. De igual manera, se encarga de evitar el movimiento de gases y alúmina en direcciones no convenientes o perjudiciales para el proceso, tal como la entrada de gases combustibles desde

el horno, también desde la parte inferior del ciclón de reciclo y la alúmina desde el horno, hasta la descarga a la línea de gases de la salida del enfriador del lecho fluidizado.

La empresa CVG Bauxilum, cuenta con una celda de sello como parte de la unidad calcinadora (Ver Figura 1), que conforma la estructura operativa de la empresa, esta área representa un respaldo significativo, en el sistema de producción en relación a la alúmina.

Figura nº 1. Celda de sello.



Así mismo, como parte de los componentes esenciales de la celda de sello, se encuentran: los anclajes, lana mineral, material refractario, las toberas de aire, ladrillos refractarios. En este mismo sentido, se pueden mencionar las anclas refractarias que son estructuras pequeñas que suelen fabricarse en acero inoxidable para ser utilizadas en hornos de cemento, con el fin de realizar la guarnición refractaria moldeable. Estos pequeños dispositivos tienen muchas aplicaciones: anclar concretos aislantes y refractarios, ladrillos, telas aislantes, tableros estructurales, entre otros que se utilizan en las industrias de química, metalúrgica, mecánica automotriz y térmica.

Por otro lado, se encuentra el concreto refractario que es una mezcla que, por sus agregados (comúnmente sílice y alúmina) y proporciones, ofrece una alta resistencia al calor, además de buen aislamiento. Así mismo, el mortero refractario, forma parte de los elementos

que conforman la celda de sellos, siendo un tipo de mortero compuesto por cemento refractario, agregados refractarios y aditivos especiales. En este mismo orden de ideas, dentro de los componentes de la celda de sellos, se encuentra la lana mineral, siendo un material aislante, compuesto de fibras entrelazadas unas con otras.

Es precisamente el aire que se mantiene en el interior de estas fibras lo que permite que tenga propiedades tanto térmicas como acústicas a nivel de aislamiento, soportando temperaturas de hasta 1.177 °C, antes de llegar a su punto de fusión y por supuesto que no genera flama ni gases que pudieran resultar tóxicos. También forma parte de este conjunto de elementos, el ladrillo refractario para horno (ver figura 2), que es un material duro, incluye compuestos de arcilla, la cual se compone por dos materiales principales. Por un lado, la alúmina y, por otra, la sílice, capaz de resistir altas temperaturas en su uso y protegiéndolo de daños causados por el calor.

Figura n° 2. Ladrillo refractario.

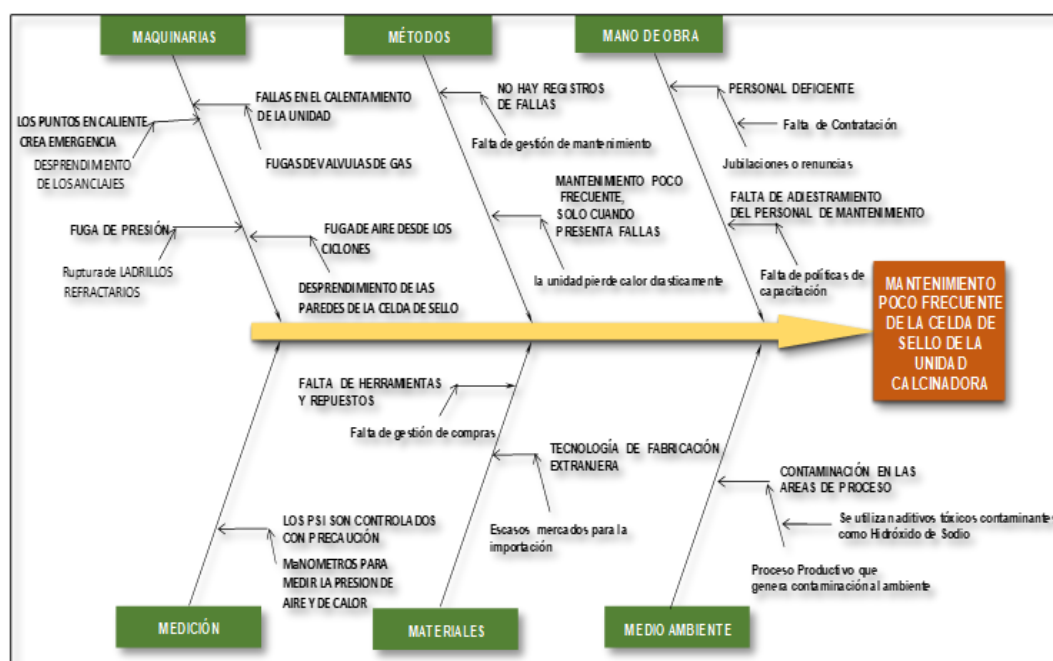


Mediante la información suministrada por el personal de mantenimiento y considerando la observación directa realizada, la estructura interna de la celda de sello presenta deterioro, puesto que, no se le ha dado el mantenimiento necesario al material refractario del cual se encuentra revestida. Esto hace que se formen puntos calientes, desprendimientos de anclaje, sobrecalentamiento de las paredes, fuga de gas, fuga de presión, desprendimiento de los ciclones, mal funcionamiento de las toberas de aire, conllevando al mal funcionamiento de la unidad, aunado a esto, se presenta la falta de repuestos, y no se le hace seguimiento y control riguroso a la gestión de mantenimiento acorde a las necesidades,

que permita disminuir o erradicar las fallas que se presenten de manera oportuna y no que puedan ser abordadas en situaciones de emergencia.

Para visualizar esta situación problemática desde sus causas se presenta el Diagrama de Ishikawa, considerando para ello las 6M: Mano de obra, Materiales, Maquinaria, Métodos, Medición y Medio ambiente.

Cuadro n° 2. Diagrama Causa-efecto



4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para validar este análisis de resultados mas allá del contexto de la empresa se tomó como comparación el siguiente estudio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú) el cual estudia la tecnología de lechos fluidizados con atmósfera controlada destacando aspectos como transferencia de calor, uniformidad térmica, e integridad superficial este proporciona fundamentos técnicos útiles para contextualizar el análisis de confiabilidad en los equipos.

Así como también se tomó en cuenta Estudios tales como:



Refratechnik (cemento): Documenta cómo los calcinadores requieren refractarios de alta resistencia debido al uso de combustibles alternativos, lo que se traduce en planes de mantenimiento basados en confiabilidad

VR Ingeniería (Oil & Gas y energético): Implementa sistemas refractarios en FCCU y hornos de crudo, con asesoría en planificación de trabajos refractarios y aplicación de RCM para extender la vida útil.

En comparación con lo antes expuesto se puede decir que el mantenimiento de este calcinador y de la celda de sello es una tarea importante, puesto que, garantizaría el efectivo funcionamiento de ambos, sin verse afectada con el tiempo su operatividad, y evitando o reduciendo al mínimo la aparición de fallas que puede dar lugar a reparaciones costosas, y retrasar las actividades laborales. Por lo tanto, se deben implementar procedimientos de mantenimiento programados para garantizar que continúen funcionando de manera eficiente y segura durante el mayor tiempo posible.

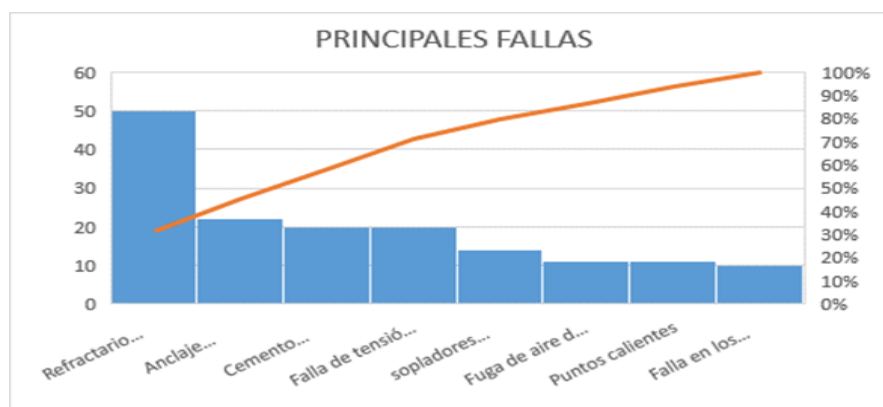
La presencia de fallas puede generar consecuencias graves, que pueden llegar a afectar directamente la operatividad, seguridad, medio ambiente, servicio al cliente. Todos estos factores están representados por pérdida de dinero y tiempo. Considerando la información suministrada por el personal de mantenimiento es necesario detallar de una manera concreta las principales fallas que se han venido presentando en la Celda de sello en los últimos meses del año 2025 y que han afectado notablemente la operatividad de este subsistema perteneciente al Calcinador Cal-45-102. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

FALLAS OPERATIVAS	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
Material refractario deteriorado	50	31	31
Anclajes desprendidos	22	14	45
Desprendimiento de cemento agrietado	20	13	58
Falla de tensión en los motores	20	13	71
Sopladores obstruidos	14	9	80
Fuga de aire de los ciclones	11	7	87
Fisuras en las paredes	11	7	94
Falla en los medidores de temperatura	10	6	100%
	158	100%	

Tabla nº 1. Frecuencia de fallas de la celda de sellos

Las fallas con mayor incidencia son el deterioro del material refractario de las paredes internas, que se presenta con una frecuencia de cincuenta, (50), lo que representa un treinta y un por ciento (31%), constituyendo la falla con más frecuencia y por lo tanto es la que amerita mayor atención, seguidamente se presentan las fallas con menor frecuencia de ocurrencia, siguiendo así un orden decreciente, que pueden verse reflejadas en el diagrama de pareto que a continuación se detalla:

Cuadro nº 3. Diagrama de pareto de fallas de la celda de sello



La información reflejada sobre las principales fallas de la Celda de sello del calcinador CAL45-102, fue obtenida del libro de reportes de la sala de control del área de calcinación. Considerando lo antes expuesto, es preciso dar a conocer los efectos

(consecuencias) potenciales de las principales fallas presentadas en la Celda de sello del Calcinador CAL-45-102, las cuales se detallan a continuación:

Tabla n°. 2. Principales fallas de la celda de sello del calcinador CAL-45-102

Fallas operativas	Frecuencia	Consecuencias (Efectos) de las fallas
Deterioro de material refractario de las paredes internas	50	Desprendimiento del cemento agrietado
Anclajes desprendidos	22	Crea fisuras en las paredes
Desprendimiento de cemento agrietado	20	Toberas o sopladores obstruidos
Falla de tensión en los motores sopladores	20	Esto se debe a falla en los variadores de corriente
Toberas o sopladores obstruidos	14	Genera fuga de aire en los ciclones
Fuga de aire de los ciclones	11	Toberas o sopladores obstruidos
Fisuras en las paredes	11	Genera puntos calientes
Fallas en medidores de temperatura	10	Falla de tensión en los variadores de corriente hace que den una lectura errónea a la sala de control

El MCC utiliza el análisis de criticidad como una herramienta clave para la toma de decisiones al momento de desarrollar una propuesta de mantenimiento, tomando siempre en cuenta la operatividad, la seguridad y el medio ambiente como prioridades. En particular, el análisis de criticidad parte de una evaluación general, para determinar las posibles fallas que pueden presentar los equipos activos, a fin de definir la priorización de las acciones de mantenimiento, para poder garantizar un funcionamiento efectivo y eficiente de los mismos, con el menor margen posible de fallas y por ende consecuencias que repercutan de manera negativa en el proceso de producción de la empresa.

Se realiza una entrevista no estructurada al personal que se encarga de realizar mantenimiento a la celda de sello de la unidad calcinadora CAL-45-102 de CVG Bauxilum, la cual consistió en conocer información relevante sobre los siguientes aspectos en relación al equipo estudiado:

Frecuencia de falla (FF)., Tiempo promedio para reparar (TPPR), Impacto sobre la producción (IP), Costo de reparación (CR), Impacto ambiental (IA), Impacto en la salud y seguridad personal (ISS).

Una vez terminadas las entrevistas al personal que labora en la celda de sello de la unidad calcinadora CAL-45-102 de CVG Bauxilum. Se procedió a tabular los resultados.

Tabla n° 3. Tabulación de resultados de las entrevistas

	FF	TPPR	IP	CR	IA	ISS	IS
Material Refractario	2	5	1	10	0	0	0
Anclajes	2	3	1	5	0	0	0
Motores	1	2	0,05	3	5	0	0
Sopladores	1	2	0,05	3	5	5	0
Ciclones	1	2	0,05	3	5	5	0
Medidores de temperatura	1	3	0,05	2	3	2	0

Considerando los resultados, se procede a determinar el análisis de criticidad de componentes, empleando la siguiente fórmula:

Criticidad = Frecuencia de Falla x Consecuencia

Consecuencia = A+B

Siendo:

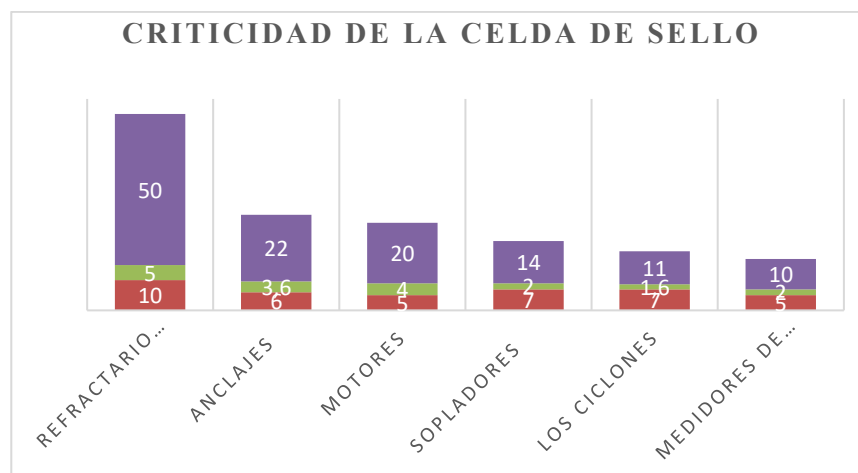
A = costo de reparación + impacto seguridad personal + impacto ambiental + impacto en la satisfacción del cliente.

B = impacto en la producción x tiempo promedio para reparar. Se muestran los resultados de A, B y Criticidad de componentes:

Tabla n° 4. Resultados del análisis de criticidad

DESCRIPCION	A	B	CRITICIDAD
Refractario deteriorado	10	5	50
Anclajes	6	3,6	22
Motores	5	4	20
Sopladores	7	2	14
Ciclones	7	1,6	11
Medidores de temperatura	5	2	10

Cuadro n° 4. *Sistemas críticos de la celda de sello*



5. Conclusiones

La elaboración de un plan de MCC, tuvo como principal objetivo reducir los costos asociados al mantenimiento; para ello se elaboraron estrategias que permiten aprovechar al máximo los recursos disponibles, enfocando las tareas en un mantenimiento preventivo que garantice la mejor utilización de los componentes de la celda de sello de la unidad calcinadora cal 45-102, para alargar su vida útil.

En el Análisis de Criticidad se determinó que el refractario deteriorado es el componente crítico de la celda de sello de la unidad calcinadora cal 45-102, es por esto que las actividades o tareas de mantenimiento a realizar, deben estar enfocadas en reducir los modos de fallas asociados a los mismos, ya que estos tienen gran incidencia en el funcionamiento del equipo.

6. Referencias

- [1] F. Milano, *El Mantenimiento: Proceso de Negocio*. Caracas, Venezuela: Producciones, 2005.



- [2] S. O. Duffua, *Mantenimiento. Guía para su Planificación, Ejecución y Control*. México D. F., México: McGraw-Hill Interamericana, 2007.
- [3] J. Parra, *Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM): Aplicación y Ventajas*. Madrid, España: 2004
- [4] A. Montaña, *Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones, 2016.
- [5] Lurgi, C., *Fluidized-bed calcination of aluminum hydrate*. Frankfurt am Main, Alemania: 1980.

Modelo para la gestión de los Proyectos Socio Integradores (PSI) en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Venezuela

Model for the management of Socio-Integrative Projects (PSI) at the Territorial Polytechnic University of the State of Bolívar, Venezuela

Roger José Medina Olivo ¹, Héctor Alfredo Navas ².

¹ Ing. MSc., Profesor Asociado. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTEB). Telf.: +58426-4834833, e-mail: rjmolivo@gmail.com

² Lic. Dr. C., Profesor Asociado. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTEB). Telf.: +58412-8748358, e-mail: hectornavas34@gmail.com

Recibido: 04/06/2025
Aprobado: 04/11/2025

Resumen

La gestión de los Proyectos Socio Integradores (PSI) en los Programas Nacionales de Formación (PNF) de la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTEB), ha sido obstaculizada por una fragmentación sistémica, identificada como la desconexión de las funciones sustantivas y la ausencia de un proceso de gestión unificado. Como solución integral a estos hallazgos, se diseñó un modelo de estructura organizacional por procesos para la gestión de dichos proyectos, este articula los esfuerzos académicos e investigativos, conceptualizado bajo la Metáfora de la Bicicleta. La metáfora representa la interconexión estratégica entre el flujo de actividades clave y el diseño formal de roles. Para su implementación, el modelo se articula con un diagrama de flujo de procesos (que estandariza la metodología) y una estructura matricial adhocrática (que crea el Comité de Proyecto, garantizando la flexibilidad y el trabajo multidisciplinario). La valoración del modelo mediante los métodos Delphi y Anochi evidenció un alto consenso de expertos en su pertinencia y viabilidad, confirmando su capacidad para optimizar la gestión de proyectos y fortalecer la gobernanza institucional.

Palabras Claves: Metáfora de la bicicleta; Gestión por procesos; Gestión de proyectos; Diagrama de flujo; Estructura matricial adhocrática.

Abstract

The management of Socio-Integrative Projects (PSI) within the National Training Programs (PNF) of the Territorial Polytechnic University of Bolívar State (UPTEB) has been hampered by systemic fragmentation, identified as the disconnection of core functions and the absence of a unified management process. As a comprehensive solution to these findings, a process-based organizational structure model was designed for managing these projects. This model articulates academic and research efforts and is conceptualized using the Bicycle Metaphor. The metaphor represents the strategic interconnection between the flow of key activities and the formal design of roles. For its implementation, the model is structured with a process flow diagram (which standardizes the methodology) and an adhocratic matrix structure (which creates the Project Committee, ensuring flexibility and multidisciplinary work). Evaluation of the model using the Delphi and Anochi methods revealed a high level of expert consensus regarding its relevance and feasibility, confirming its capacity to optimize project management and strengthen institutional governance.

Key words: Bicycle metaphor; Process management; Project management; Flowchart; Adhocratic matrix structure.



1. Introducción

El siglo XXI ha redefinido el rol de las Instituciones de Educación Superior (IES), trascendiendo su función tradicional de docencia para convertirse en actores centrales de la innovación y el desarrollo socio-productivo. Este nuevo rol se enmarca en el paradigma de la Triple Hélice [1], que obliga a las universidades a operar como nodos de interacción sinérgica con la industria y el Estado. Por consiguiente, la efectividad institucional ya no se mide únicamente por la calidad académica, sino por su capacidad de gestionar proyectos que generen resultados tangibles y pertinentes.

Por lo tanto, la respuesta a esta demanda ha impulsado una profunda reestructuración organizacional. La literatura clásica, desde Mintzberg [2], establece que para entornos complejos y dinámicos la estructura ideal es la Adhocracia, la cual se basa en la adaptación mutua y en la creación de equipos multidisciplinarios de trabajo temporal. Contrariamente a las rígidas estructuras burocráticas heredadas, las universidades de vanguardia han adoptado la Gestión por Procesos (BPM). Investigaciones como la de [3] sobre IES europeas, demuestran que la formalización de los flujos de trabajo de investigación y desarrollo mediante BPM [4] es indispensable para que las estructuras matriciales funcionen eficientemente.

En este contexto, la ineficiencia en la gestión de proyectos se interpreta como un fracaso estructural y metodológico, y no como una deficiencia de talento humano. A escala regional, las universidades latinoamericanas enfrentan el desafío adicional de alinear la pertinencia social con la eficiencia operativa. Estudios recientes en países de la región [5] han identificado que, a pesar de existir mandatos claros para la vinculación comunitaria, la ejecución de proyectos se ve mermada por la desarticulación de las funciones sustantivas. Específicamente, se observa una falta de integración entre las unidades de docencia, los centros de investigación y las oficinas de extensión.

Cabe destacar, que esta desvinculación se manifiesta en la ausencia de una instancia de gestión de proyectos con autoridad y procesos claros. El resultado es un esfuerzo



fragmentado que diluye la trazabilidad de los proyectos y su impacto. La coincidencia en los antecedentes regionales apunta a que el vacío teórico no es de la necesidad de proyectos, sino de la prescripción de un modelo estructural y metodológico que actúe como un "aglutinador" de las distintas funciones, transformando la teoría del proyecto en práctica coherente y controlable. La solución, por tanto, exige un modelo (cómo nos organizamos) que integre la gestión de los PSI (el qué se hace) con la gestión por procesos (el cómo se hace) en el marco de una estructura organizacional que elimine las barreras departamentales.

En el contexto nacional, los documentos rectores de los Programas Nacionales de Formación (PNF), y en particular en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTB), establece el PSI como el eje central de la formación, la investigación y la vinculación. No obstante, el diagnóstico cualitativo de esta investigación, desarrollado bajo el Paradigma Sociocrítico Habermas [6], Carr & Kemis [7] y la Teoría Fundamentada Strauss & Corbin [8], reveló una profunda crisis de gestión. Los hallazgos empíricos confirmaron que la gestión de los PSI en la UPTB se encuentra en un estado de fragmentación sistémica. Esta categoría emergente se manifiesta en tres nudos críticos interrelacionados: 1. Fragmentación Estructural; 2. Fragmentación Metodológica; 3. Fragmentación Operativa. Esta problemática pone en riesgo el cumplimiento del Encargo Social de la UPTB, contraviniendo los postulados de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) y la Ley Orgánica de Educación (2009). Por consiguiente, el problema trasciende el ámbito operativo para situarse en el ámbito de la gobernanza institucional.

La UPTB, a través de sus PNF tiene el mandato de vincular la formación profesional con la solución de problemas comunitarios y productivos. Sin embargo, se ha evidenciado una problemática central en la ejecución de los PSI; la desconexión entre su filosofía y su práctica. Esta situación ha llevado a que los PSI se desvirtúen hacia trabajos de naturaleza teórica (tesis), perdiendo su componente práctico de prototipado y su capacidad de articulación con el entorno. La causa principal radica en las fallas de la estructura organizacional y la debilidad en el flujo de procesos asociado a la gestión de los PSI, lo que se traduce en una fragmentación sistémica de los esfuerzos.



A la luz de la fragmentación sistémica, la presente investigación se planteó como objetivo diseñar un Modelo de Estructura Organizacional por Procesos para la Gestión de los Proyectos Socio Integradores en los Programas Nacionales de Formación de la Universidad Politécnica Territorial del Estado, que no solo aborde las debilidades metodológicas y estructurales, sino que también promueva la convergencia de los procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

2. Fundamentos teóricos

Se estructuró un marco teórico que tiene como objetivo fundamental sustentar la propuesta de un Modelo de Estructura Organizacional por Procesos para la gestión de los PSI en los PNF de la UPTeB. Su relevancia radica en que provee el andamiaje conceptual necesario para interpretar la fragmentación sistémica diagnosticada y prescribir una solución de transformación estructural y metodológica. Se articula la tríada conceptual crítica de la tesis: estructura organizacional, gestión por procesos y gestión de los PSI, validando la necesidad de pasar de una estructura jerárquica rígida a un modelo flexible y adaptable basado en el flujo de valor, en consonancia con la misión de las Universidades Politécnicas Territoriales (UPT).

El modelo propuesto se sustenta en tres pilares conceptuales. Primero, la Evolución Histórica de la Gestión valida la necesidad de transitar de estructuras rígidas (Tayloristas/Fayolistas) hacia modelos de contingencia más adaptables. Segundo, el Enfoque de Gestión por Procesos en las IEU, que permite superar las barreras departamentales al enfocarse en el flujo de valor que el proyecto entrega, articulando docencia, investigación y extensión universitaria. Tercero, el Modelo de Mintzberg [2] que sirve de base para la propuesta de estructura organizacional, ya que identifica el Núcleo de Operaciones (los docentes y estudiantes del PNF) y la necesidad de una Tecnoestructura y Staff de Apoyo que estandarice los procesos.



2.1 Antecedentes internacionales

La tendencia se enfoca en la Transformación Digital y la Gestión del Cambio Estructural. Por ejemplo, Pfeffer [3] analizó la adopción de estructuras matriciales en universidades europeas como respuesta a las exigencias de acreditación y calidad, concluyendo que la adhocracia es el mecanismo más eficiente para gestionar proyectos de investigación complejos, pero requiere una fuerte estandarización de procesos. De igual forma, Sánchez [9] estudió la implementación de Business Process Management (BPM) en universidades de Estados Unidos y Asia, encontrando que la formalización de los procesos de investigación y vinculación, a través de diagramas de flujo claros, reduce la duplicidad de esfuerzos y la ambigüedad de roles, elementos directamente vinculados a la "fragmentación sistémica" de la UPTEB.

2.2 Antecedentes regionales

En América Latina, la literatura se enfoca en la pertinencia social y la vinculación territorial de la educación superior. Martínez & López [5], en un estudio sobre IES en Colombia, propusieron modelos de gestión de proyectos que integran el Servicio Comunitario como una fase obligatoria del ciclo de vida del proyecto, demostrando que la debilidad reside en la falta de un órgano central que coordine la participación docente multidisciplinaria. Este antecedente refuerza el hallazgo sobre la desvinculación de procesos en la UPTEB (Servicio Comunitario, Prácticas profesionales y Proyecto), y justifica la necesidad de un Comité de Proyecto con una Estructura Matricial.

2.3 Antecedentes nacionales

Hasta ahora, las investigaciones se centran en la evaluación de la gestión de los PNF y el Proyecto Socio Integrador (PSI). Silva [10] analizó la gestión académica de los PNF en las Universidades Politécnicas Territoriales, concluyendo que la ausencia de un modelo de gestión unificado y la persistencia de una cultura académica tradicional (modelo de tesis) son los principales obstáculos para el desarrollo de proyectos con alto impacto productivo. Este hallazgo, valida la tergiversación del PSI identificada en el diagnóstico. Los antecedentes



nacionales sugieren la existencia de un vacío teórico en cuanto a la prescripción de una estructura específica para solventar la fragmentación, lo que convierte la propuesta del modelo de la bicicleta en un aporte original y necesario.

2.4 Teorías Fundamentales del Modelo

La tesis se fundamenta en un constructo teórico que integra la organización, el proceso y la pertinencia social.

2.4.1 Teoría de la Estructura Organizacional y las Configuraciones de Mintzberg

El modelo de Mintzberg [2] es esencial para comprender la relación entre la estrategia, los mecanismos de coordinación y los componentes de una organización. Mintzberg clasifica las estructuras según el mecanismo de coordinación dominante, destacando la Adhocracia como la configuración idónea para la innovación. La Adhocracia se basa en la adaptación mutua y el trabajo en equipos multidisciplinarios, rompiendo con la estandarización de las estructuras tradicionales (Burocracia Mecánica). Su aplicación en la investigación justifica la creación del Comité de Proyecto del PNF como una Estructura Matricial Adhocrática, ya que los PSI son, por naturaleza, proyectos innovadores, complejos y temporales que requieren la participación de expertos de diferentes departamentos (unidades curriculares). Esto contradice la burocracia actual de la UPTEB y justifica la necesidad de un cambio de configuración.

2.4.2 Teoría General de Sistemas (TGS) y el Enfoque de Gestión por Procesos

La Teoría General de Sistemas [11] concibe a la organización universitaria como un sistema abierto que interactúa dinámicamente con su entorno (la comunidad y el Estado). Este enfoque obliga a que las salidas (los proyectos terminados) se alineen con las demandas del entorno social. La Gestión por Procesos (BPM) actúa como el motor de la TGS dentro de la organización. Según Kettinger & Grover [4], la gestión por procesos implica la formalización de la planificación y la estandarización de los flujos de trabajo. En la UPTEB, esta teoría fundamenta la necesidad de implementar el Diagrama de Flujo de Procesos como el mecanismo de la Tecnoestructura que articula las entradas (investigación, docencia) con



las salidas (proyectos con impacto), resolviendo la fragmentación sistémica que opera en silos.

2.4.3 Teoría de la Gestión de Proyectos (PMI)

La Gestión de Proyectos, según el Project Management Institute [12], es la aplicación de conocimientos, habilidades y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer sus requisitos. En el contexto de los PNF, la teoría se enfoca en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología. La Gestión de Proyectos brinda el ciclo de vida y las fases (inicio, planificación, ejecución, cierre) que debe seguir el Diagrama de Flujo de Procesos. Terrazas [13] enfatiza la visión sistémica de la gestión de proyectos, crucial para integrar la calidad y el control en cada fase, evitando que el PSI se limite a una fase teórica (planificación) sin llegar a la ejecución y el cierre con impacto social, tal como ocurre en la UPTeB.

2.4.4 Teoría de la Triple Hélice

La Teoría de la Triple Hélice [1] postula que la innovación y el desarrollo económico se impulsan mediante la interacción sinérgica de tres esferas: Universidad, Industria (o sector productivo) y Gobierno. Esta teoría es el fundamento de la pertinencia social de los PNF y su mandato constitucional. El modelo propuesto debe garantizar que la Estructura Matricial Adhocrática no solo coordine internamente, sino que también actúe como un nodo de enlace con los actores externos (Comunidad y Sector Productivo), asegurando que los proyectos no solo sean sobre la comunidad, sino con la comunidad, cumpliendo así con el encargo social de la universidad.

3. Método, materiales y equipos

3.1 Paradigma y Enfoque

La presente investigación se inscribe en el paradigma sociocrítico [6], [7], orientado a la transformación institucional mediante la comprensión profunda de las dinámicas organizacionales. Se adopta un enfoque cualitativo, con el método principal de Investigación Acción (IA), complementado por elementos del enfoque etnográfico. Esta combinación



metodológica permite abordar el objeto de estudio en su contexto natural, desde la perspectiva de los actores involucrados, y con una orientación hacia el cambio estructural.

3.2 Tipo y Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo la modalidad investigación acción, en tanto articula reflexión y acción transformadora en el contexto educativo [7]. El diseño combinó elementos de la Teoría Fundamentada [8] con un carácter exploratorio-propositivo: a) Exploratorio, al indagar en los nudos críticos de la gestión de los PSI en la UPTEB, b) Propositivo, al derivar en la formulación de un modelo innovador de estructura organizacional por procesos para la gestión de los PSI en los PNF de la UPTEB.

3.3 Procesamiento y análisis de los datos

El análisis se desarrolló siguiendo los principios de la teoría fundamentada [8], aplicando un proceso sistemático de codificación cualitativa que comprende tres fases de codificación:

Codificación Abierta (Microanálisis): Se realizó un examen minucioso del texto de cada entrevista. Cada frase o concepto relevante fue analizado y se le asignó un código inicial. Este proceso fue iterativo y comparativo, buscando similitudes y diferencias en las respuestas de los informantes.

Codificación Axial (Agrupación y Conexión): En esta etapa, los códigos iniciales fueron agrupados en categorías y subcategorías, estableciendo relaciones lógicas entre ellos. Se buscó responder a preguntas como: ¿qué fenómenos se relacionan con la desvinculación de los procesos?, ¿qué elementos indican deficiencias metodológicas? Las respuestas de los informantes sobre la falta de una oficina central y la ausencia de normativa se agruparon en una categoría superior llamada "Falta de Instancia Central y Normativa". Esta fase permitió organizar el caos de la codificación abierta y construir una estructura conceptual coherente.

Codificación Selectiva (Construcción de la Narrativa Central): En la fase final, se integraron todas las categorías principales para construir una única narrativa central que explicara el fenómeno de la investigación. El concepto de la "brecha" o desconexión surgió



al notar que todas las categorías (metodológicas, estructurales, tecnológicas) apuntaban a un mismo problema de fondo: la diferencia entre la visión del proyecto y su realidad. Esta narrativa central es la que le da sentido a toda la información y permite construir las conclusiones de la investigación.

Finalmente, se integran todas las categorías en una narrativa central o categoría axial: La Desconexión entre la Filosofía y la Práctica de la Gestión de los PSI en la UPTEB. Esta categoría central unifica todos los hallazgos. Los entrevistados revelan una brecha significativa entre el ideal filosófico del Proyecto Socio Integrador (que busca la aplicación práctica, la vinculación y la producción de prototipos) y su implementación en la práctica (donde se ha convertido en una tesis teórica, fragmentada y sin el soporte estructural necesario).

3.4 Teoría emergente

Basado en la categoría axial o narrativa central de la "desconexión entre la filosofía y la práctica", la teoría emergente que surge de esta investigación puede ser formulada como la Teoría de la Fragmentación de la Gestión de los PSI en la UPTEB. Esta teoría postula que la gestión ineficiente de los PSI en los PNF no se debe a la ausencia de lineamientos, sino a la fragmentación sistémica de los procesos, la estructura organizacional, los recursos tecnológicos y la cultura académica. La universidad, a pesar de tener una filosofía clara para la formación profesional (el Proyecto Socio Integrador), no ha logrado articular un sistema unificado que guíe y dé soporte a su ejecución. La figura 1, representa un modelo gráfico de la teoría emergente.

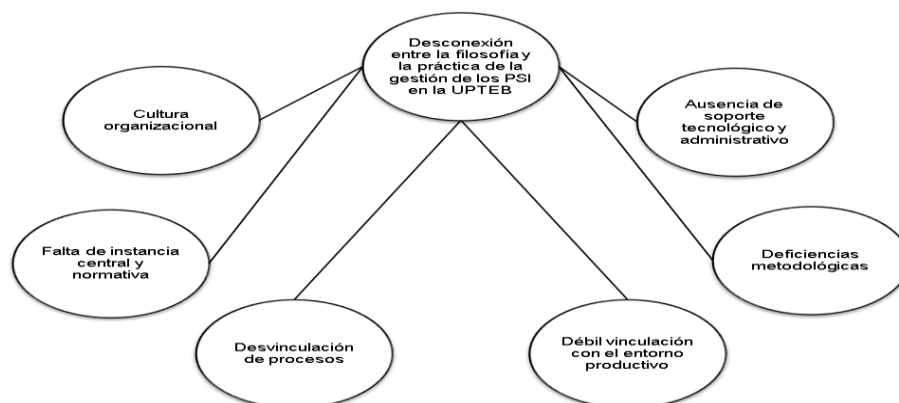


Figura 1. Modelo grafico de la teoría emergente

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

El principal hallazgo cualitativo es la Teoría de la Fragmentación de la Gestión de los PSI en la UPTeB, la cual se evidencia en dos ámbitos que exigen respuesta. Primero: Procesos Fragmentados, se constató que el PSI se realiza con metodologías dependientes del docente, lo que genera inconsistencia. Existe una separación artificial entre el proyecto, el servicio comunitario y las prácticas profesionales, obligando al estudiante a realizar tres trabajos distintos. Segundo: Estructura Fragmentada, se confirmó la ausencia de una instancia central de gestión, operando las unidades de proyecto de manera aislada en cada PNF, sin un flujo de procesos unificado para el control y seguimiento.

4.1 Modelo de estructura organizacional por procesos para la gestión de los PSI

El modelo desarrollado se presenta como la solución integral que articula la gestión por procesos y la gestión de los PSI, resolviendo los nudos críticos de la fragmentación. Para abordar esta realidad, se propone un Modelo (figura 2) de Estructura Organizacional por Procesos que introduce el Diagrama (figura 3) de Flujo de Procesos para la Gestión de los PSI y la Estructura (figura 4) Matricial Adhocrática.

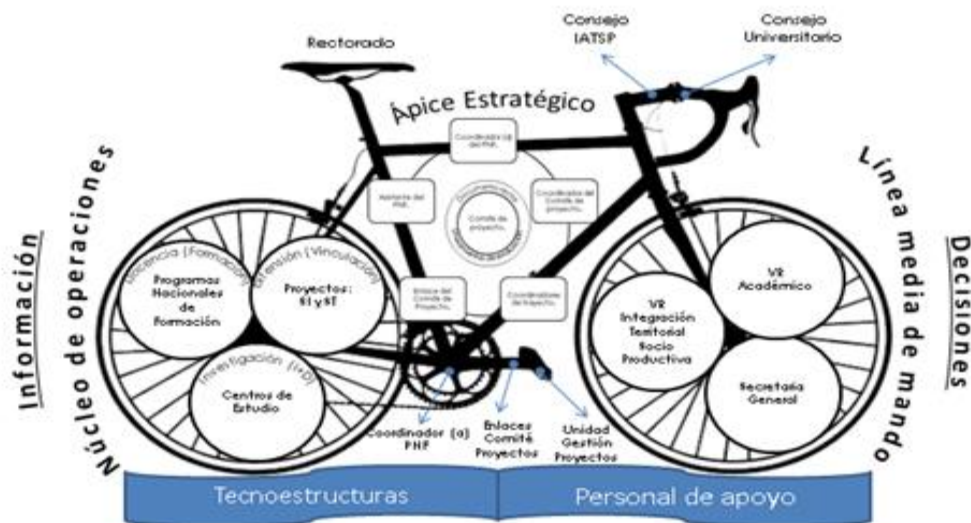


Figura 2. Modelo de estructura organizacional por procesos

El modelo se conceptualiza a través de la Metáfora de la Bicicleta, que simboliza la necesidad de equilibrio, dinamismo y coordinación para el avance sostenido de la organización. La metáfora representa una abstracción simplificada de la estructura organizacional de la UPTEB, donde cada componente tiene una función precisa:

Ápice Estratégico (Sillín, Potencia, Manillar): Representa el Rectorado, Consejo Universitario y Consejo de Integración Académica, Territorial y Socio Productivo. Es responsable de la misión, visión y toma de decisiones estratégicas. **Línea Media de Mando (Rueda Delantera):** Está representada por el Vicerrectorado Académico (VRA), Vicerrectorado de Integración Territorial y Socio-productiva (VRITSP) y la Secretaria General (SG). Actúa como puente entre el ápice y el núcleo, facilitando la comunicación e implementación. **Núcleo de Operaciones (Rueda Trasera):** Constituido por los Centros de Estudio, los PNF y los Proyectos. Aquí se ejecutan las actividades sustantivas de formación, investigación y vinculación. **Tecnoestructura (Estructura de la base izquierda):** Se vincula con el Núcleo de Operaciones y es clave para optimizar y estandarizar los procesos. **Personal de Apoyo (Estructura de la base derecha):** Brinda soporte logístico y administrativo. La clave de la metáfora es el Sistema de Transmisión de Potencia (platos, bielas, cadena y piñones),



que conecta el Ápice con el Núcleo, simbolizando el flujo de decisiones y la Gestión por Procesos que permite el movimiento y avance de la organización.

La Metáfora del Cuadro de la Bicicleta como Estructura del Comité de Proyecto (CP). Cabe resaltar, que el cuadro de la bicicleta no es solo un soporte mecánico; es la columna vertebral que define la forma, la solidez y la capacidad de respuesta de todo el sistema. También es el esqueleto central que proporciona resistencia y que une todas las partes. En el modelo, dicho cuadro representa la estructura del CP. Su diseño, compuesto por diversos tubos y vainas interconectados, simboliza una organización que es a la vez robusta y flexible, esencial para la gestión de proyectos en un entorno universitario dinámico. Cada uno de sus componentes tubulares simboliza un rol clave dentro del comité.

Adicionalmente, se consideran los flujos de Información y Decisiones. La información fluye desde el núcleo de operaciones hacia arriba, permitiendo el análisis y la toma de decisiones informadas. En cuanto a las decisiones, estas emanan desde el ápice estratégico hacia la línea media de mando, asegurando alineación con los objetivos institucionales. Las ruedas representan los procesos operativos y de apoyo, que permiten el movimiento y avance de la organización, estas utilizan como camino de rodadura las tecnoestructuras y personal de apoyo.

4.2 Diagrama de flujo de procesos para la gestión de los PSI (Estandarización)

El diagrama (figura 3) de flujo de procesos, constituye el mecanismo de la tecnoestructura para establecer la estandarización y el control de los procesos, unificando criterios sobre la metodología, la vinculación y los entregables. Este componente aborda la fragmentación metodológica detallando los pasos, desde la fase de Ideación (Fase I) hasta el Cierre y Seguimiento (Fase IV), forzando a todos los PNF a utilizar el mismo flujo de trabajo, unificando los entregables y los puntos de control. Esto sustituye la metodología dependiente del docente por un proceso institucional estandarizado.

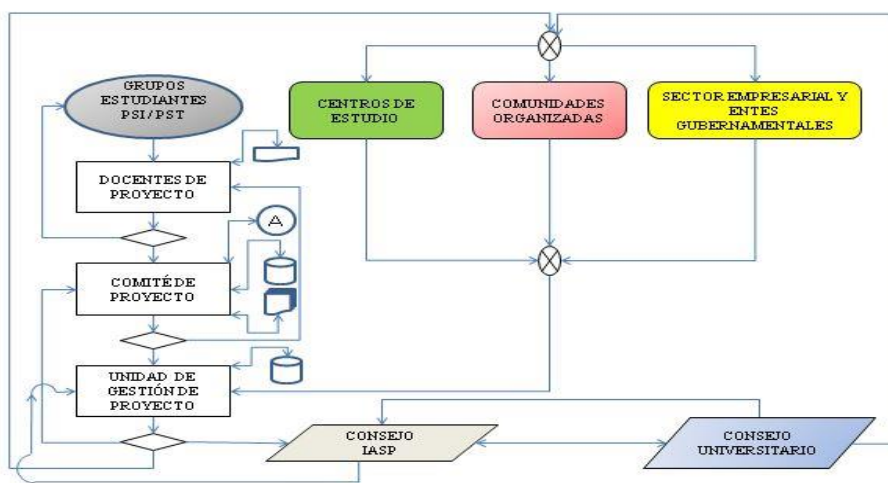


Figura 3. Diagrama de flujo de procesos para la gestión de los PSI

4.3 Estructura matricial adhocrática: El Comité de Proyecto del PNF (Integración y Flexibilidad)

Esta estructura (figura 4) aborda la fragmentación estructural y de roles. Se propone la creación del Comité de Proyecto del PNF como una estructura matricial, permitiendo la integración horizontal de los docentes. La naturaleza adhocrática del Comité le otorga la flexibilidad para convocar a expertos específicos según el tipo de proyecto (Técnico, Productivo, Social), resolviendo la desvinculación entre las unidades curriculares, el servicio comunitario y las prácticas profesionales. El Comité de Proyecto del PNF, será el responsable de la gestión académico-administrativa. Esta estructura permitirá la integración flexible de equipos multidisciplinarios (docentes de diferentes UC) para la tutoría, resolviendo la desvinculación de procesos y la operación en silos.

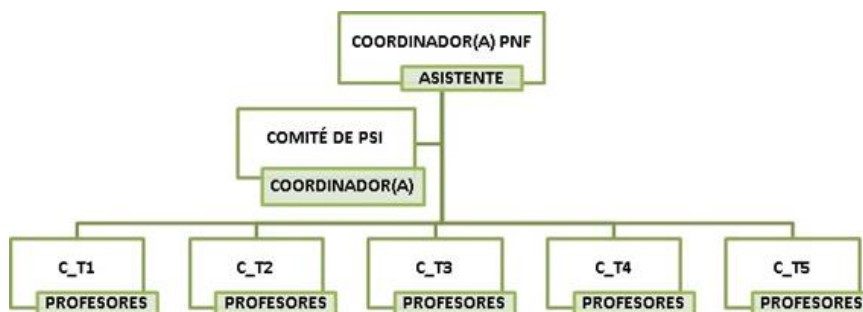


Figura 4. Estructura matricial adhocrática

4.4 Resultados de la valoración y discusión

El nivel de validación general calculado (88%) del modelo propuesto, se realizó mediante un proceso sistemático que combinó la selección de expertos [14], la aplicación del método Delphi y la comprobación de la concordancia estadística mediante Anochi, el cual arrojó el valor promedio global (0.88) confirmando una alta concordancia entre los 15 expertos. Este enfoque permitió obtener un consenso sólido sobre la pertinencia, coherencia y viabilidad del modelo, aportando confiabilidad científica y práctica a la propuesta.

5. Conclusiones y recomendaciones

Los modelos evolutivos de la gestión, desde los enfoques tradicionales hasta la teoría de Mintzberg [2], validan la pertinencia de una estructura organizativa flexible y adaptable. A nivel conceptual, el modelo propuesto, basado en la metáfora de la bicicleta, es una representación teórica sólida que articula de manera coherente la estructura organizacional, los procesos misionales y la gestión de los PSI.

Se confirmó que la gestión de los PSI es ineficiente debido a la fragmentación sistémica, lo que se manifiesta en la desconexión metodológica y la desarticulación de las funciones misionales.



El modelo propuesto, que integra el Diagrama de Flujo de Procesos y la Estructura Matricial Adhocrática, es una respuesta integral y pertinente, proveyendo la estandarización necesaria y la flexibilidad para la articulación de equipos multidisciplinarios.

Los métodos Delphi y Anochi validaron la propuesta. Los resultados estadísticos muestran un alto consenso en la viabilidad y pertinencia del modelo, confirmando que la solución es factible para su implementación en la UPTeB.

Recomendaciones

Al CIATSP, procurar la implementación gradual del Diagrama de Flujo de Procesos en los PNF; promover la creación formal del Comité de Proyecto en los PNF; impulsar el desarrollo de software de gestión que automatice el diagrama de flujo propuesto.

Agradecimientos

A los profesores y profesoras tanto del Rectorado como Vicerrectorados y de las direcciones de la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, así como a los profesores y profesoras del Programa de Formación Nacional en Mecánica, a todos sus integrantes gracias por sus aportes y colaboración prestada.

6. Referencias

- [1] H. Etzkowitz and L. Leydesdorff, "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university–industry–government relations," Res. Policy, vol. 29, no. 2, pp. 109–123, Feb. 2000.
- [2] H. Mintzberg, Structure in Fives: Designing Effective Organizations. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1983.
- [3] J. Pfeffer and G. R. Salancik, The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective. New York, NY, USA: Harper & Row, 1978.
- [4] W. J. Kettinger and V. Grover, "Special section: toward a theory of business process change management," J. Manage. Inf. Syst., vol. 12, no. 1, pp. 9–30, Sum. 1995.



- [5] J. Martínez and M. López, “Modelos de gestión de proyectos en instituciones de educación superior: una revisión sistemática,” *Rev. Iberoam. Educ. Super.*, vol. 11, no. 31, pp. 45–62, 2020.
- [6] J. Habermas, *Teoría de la acción comunicativa*, vol. 1. Madrid, España: Taurus, 1987.
- [7] W. Carr and S. Kemmis, *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona, España: Martínez Roca, 1988.
- [8] A. Strauss and J. Corbin, *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, 2002.
- [9] R. A. Sánchez, “Business Process Management in higher education: a systematic literature review,” *Bus. Process Management. J.*, vol. 26, no. 5, pp. 1199–1225, 2020.
- [10] M. Silva, “Evaluación de la gestión académica de los Programas Nacionales de Formación en las Universidades Politécnicas Territoriales de Venezuela,” *Rev. Pedagog.*, vol. 41, no. 109, pp. 123–145, 2020.
- [11] L. von Bertalanffy, *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York, NY, USA: George Braziller, 1968.
- [12] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 7th ed. Newtown Square, PA, USA: PMI, 2021.
- [13] J. Terrazas Pastor, *Gestión de Proyectos: Un Enfoque Sistémico*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad de Lima, 2018.
- [14] L. Campistrout and C. Rizo, “Técnicas de investigación científica,” in *Metodología de la Investigación*, La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1998, pp. 89–115.

Evaluación de las políticas de seguridad aplicadas a proyectos informáticos en la UPT Bolívar y diseño de lineamientos para su fortalecimiento Cibernético

Evaluation of security policies applied to IT projects at UTEP and design of guidelines for their cyber strengthening.

Rafael A. Berroterán R. 1, Orlhey J. González L.2

¹ Ing. en Informática, Prof. Mención Matemáticas., Profesor Titular.
Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTB). Telf.: +58424-9033492 e-mail: alejandrorivera221200@gmail.com

² Ing. En informática., Profesor Titular. Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTB). Telf.: +58412-8686429, e-mail: orlhey47@gmail.com

Recibido: 06/06/2025

Aprobado: 04/11/2025

Resumen

Este artículo se centra en evaluar las políticas de seguridad de los proyectos informáticos en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar y proponer ciertos lineamientos para su fortalecimiento, en donde se realizó un estudio descriptivo-diagnóstico, aplicando un instrumento tipo checklist basado en dominios de la norma ISO 27001 a una muestra de 15 proyectos informáticos clave del PNF Informática, teniendo como resultados principales que indican un bajo nivel de madurez, con solo un 30% de cumplimiento promedio en los controles evaluados, en donde también se identificaron brechas críticas en la inexistencia de un ciclo de vida de desarrollo seguro (10% de cumplimiento) y en la Gestión de Comunicaciones y Operaciones (20% de cumplimiento), evidenciando fallas en copias de seguridad y gestión de cambios, en donde basado en este diagnóstico, se diseñó un conjunto de lineamientos estratégicos para fortalecer la ciberseguridad institucional.

Palabras Claves: Ciberseguridad; Universidad; UPT Bolívar; Gestión; Normativa

Abstract

This article focuses on evaluating the security policies of computer projects at the Territorial Polytechnic University of the State of Bolívar and proposing certain guidelines for their strengthening, where a descriptive-diagnostic study was carried out, applying a checklist type instrument based on domains of the ISO 27001 standard to a sample of 15 key computer projects of the PNF Informática, with the main results indicating a low level of maturity, with only a 30% average compliance in the evaluated controls, where critical gaps were also identified in the nonexistence of a secure development life cycle (10% compliance) and in Communications and Operations Management (20% compliance), evidencing failures in backup copies and change management, where based on this diagnosis, a set of strategic guidelines was designed to strengthen institutional cybersecurity.

Key words: Cybersecurity; University; UPT Bolívar; Management; Regulations.

1.Introducción

Hoy en día, en un mundo que gira cada vez más en torno a lo digital, proteger nuestra información es bastante fundamental, sobre todo cuando hablamos de los proyectos



informáticos que se desarrollan, y dicho esto pensemos en las universidades: allí, estos proyectos son el motor de muchas actividades académicas y de investigación [11]. Por eso, cuidar su seguridad es un asunto de primer orden, y para nuestra Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, que es un semillero de conocimiento y tecnología, este tema es especialmente sensible. [4] Queremos que los proyectos informáticos que nacen y crecen en nuestras aulas y laboratorios estén bien protegidos. [2] Sin embargo, a veces pasa que, en el camino de la vida universitaria, la seguridad de estos proyectos no siempre recibe toda la atención que necesita, o quizás seguimos algunas prácticas que podríamos mejorar, lo que al final podría afectar lo bien que funcionan y lo confiables que son.

Considerando que las empresas a veces no tienen buenas defensas, y no hay modos fáciles de manejar los riesgos en las computadoras, puede encarecer los procesos y comprometer la calidad, se vuelve imperativo analizar la situación específica de la UPT Bolívar. Esta investigación parte de la premisa de que una evaluación detallada de las políticas de seguridad actualmente aplicadas a los proyectos informáticos en la UPT Bolívar para saber que es necesario para identificar fortaleza. La falta de un diagnóstico claro y de lineamientos actualizados y específicos para el contexto de la universidad podría representar una brecha en su estrategia de fortalecimiento cibernético.

Para entender bien cómo podemos evaluar y mejorar las políticas de seguridad en los proyectos informáticos de nuestra UPT Bolívar, es clave ver qué se ha hecho y aprendido en otros lugares, especialmente en instituciones como la nuestra. La seguridad de la información, que en palabras sencillas busca proteger todo lo valioso que guardamos y procesamos en nuestros sistemas informáticos –asegurando que esté disponible, íntegro y solo para quien debe verlo (Pacheco, 2009)–, no es solo un asunto técnico; también tiene que ver con cómo nos organizamos, qué planes tenemos para imprevistos y qué normas seguimos.

Varios investigadores ya han explorado cómo gestionar la seguridad en el mundo universitario y en otras organizaciones, y sus trabajos nos dan muchas luces. Por ejemplo, un estudio muy interesante de Areiza, Barrientos, Rincón y Lalinde (2005) [13] se propuso



crear una metodología para manejar la seguridad de las tecnologías de información y comunicación (TIC) especialmente para el sector universitario venezolano. Este trabajo es muy relevante para nosotros porque subraya algo fundamental: antes de proteger nuestros activos (tanto los equipos como la información misma), necesitamos revisar qué tan "madura" es nuestra organización en temas de seguridad [9]. Esto nos ayuda a tomar mejores decisiones para evitar problemas o saber cómo responder si ocurren. Su metodología, que incluye pasos como la evaluación de riesgos –pensando en el impacto económico, cuánto tardaríamos en recuperarnos y qué tan probable es que algo falle (Alexander, 2007)–, nos da un camino claro. Si un riesgo es muy alto, hay que actuar; si es aceptable, podemos manejarlo en el día a día. Y para tratar esos riesgos, la norma ISO 27001 (en su versión 2005, citada por Alexander, 2007) [1][14] nos dice que hay que aplicar controles para detectar y prevenir problemas, siempre buscando la mejora continua.

Siguiendo esta línea de aplicar estándares y modelos, otra investigación desarrolló un modelo de madurez de seguridad de la información para una universidad, enfocándose en cómo monitorear y analizar el tráfico de su red, por lo que el estudio resalta la importancia de poseer un plan integral de seguridad de la información (PISI), que se enfoque en diferentes áreas, considerando el marco legal y la búsqueda de lineamientos confiables basados en las buenas prácticas conocidas como “ISO 27001”, “ITIL” y “COBIT”. Utilizando fases de método de investigación-acción, como diagnosticar la situación y planificar qué hacer, lo que refuerza la idea de que mejorar la seguridad es un proceso activo y continuo.

Incluso fuera del ámbito estrictamente universitario, podemos aprender mucho, debido a un trabajo realizado en el Taller Laboral San Miguel Arcángel por Campos, Mesia y Piñero (2019) nos muestra cómo la aplicación de un plan de auditoría basado en la norma ISO/IEC 17799 (precursora de partes de ISO 27001) puede ayudar a un sistema de información a ser más seguro. Usando una metodología participativa, encontraron que el principal problema era la falta de mecanismos para proteger la integridad de los datos, y al aplicar la norma, identificaron fallos en el control de acceso, en cómo se monitoreaba el



sistema o en el respaldo de la base de datos, y pudieron proponer mejoras concretas. Este estudio, y otros que citan como los de Peña (2013) y García y Fernández (2017) sobre sistemas de información en instituciones educativas venezolanas, nos recuerdan la importancia de proteger nuestros sistemas tecnológicos dentro de un marco claro. [2]

Estos ejemplos nos enseñan varias cosas importantes para nuestro trabajo en la UPT Bolívar: primero, que evaluar el nivel de madurez de nuestra seguridad es un buen punto de partida, segundo, que usar estándares reconocidos como la familia ISO 27000 nos da herramientas y un lenguaje común para gestionar los riesgos de forma proactiva y tercero, que el camino hacia una mayor seguridad implica un diagnóstico honesto, la planificación de acciones y una mejora que no se detiene porque aunque los desafíos relacionados con la digitalización de documentos y el cumplimiento de todas las normativas pueden parecer a veces un "caos", como algunos autores han descrito el panorama general, enfocarnos en fortalecer nuestras políticas internas para los proyectos informáticos es un paso concreto y necesario.

Todo este conocimiento previo nos sirve de base para lo que queremos hacer: analizar cómo están las políticas de seguridad para los proyectos informáticos en la UPTBolívar y, con esa información, proponer lineamientos claros que nos ayuden a ser más fuertes en el ámbito cibernético.

2. Fundamentos teóricos

Para poder evaluar a fondo las políticas de seguridad de los proyectos informáticos en nuestra UPT Bolívar y proponer lineamientos que de verdad la fortalezcan, necesitamos apoyarnos en una serie de ideas y herramientas clave que ya han sido pensadas y probadas. Esta sección presenta esas bases que nos ayudarán en el camino.

Empecemos por lo más esencial: la seguridad de la información [7] [10]. No se trata solo de proteger computadoras; es todo un conjunto de medidas para cuidar que la información importante de los proyectos (y de la universidad en general) se mantenga confidencial (que solo la vea quien debe), íntegra (que no la alteren sin permiso) y disponible



(que podamos usarla cuando la necesitemos). Este concepto es amplio y hoy en día abarca desde los datos en un servidor hasta la información en papel, e incluye pensar en planes por si algo falla, cómo valoramos lo que protegemos, y qué políticas y normas nos guían [5]. Entender esto bien nos ayuda a definir qué y cómo queremos proteger en los proyectos de la UPT Bolívar.

Para mejorar continuamente en esto, los modelos de madurez son herramientas muy útiles. Imagina que son como mapas que nos describen las mejores maneras de hacer las cosas y nos muestran un camino con diferentes "escalones" o niveles para ir mejorando poco a poco. Permiten que una organización, como la UPT Bolívar, vea dónde está parada con sus procesos tecnológicos (en este caso, los relacionados con la seguridad de sus proyectos) y se ponga metas para llegar a un nivel mejor. Es como decir: "Estamos aquí (Nivel Inicio, por ejemplo), pero queremos llegar allá (Nivel Gestión o incluso Óptimo)". Lo importante es que estos modelos vengan con una forma clara y estándar de usarlos, para que las evaluaciones sean serias y se puedan repetir.

Claro que, para poner en práctica la seguridad, también nos guiamos por normas y estándares internacionales. La famosa ISO 27001 [1] (en su versión 2005, que se basó en la ISO 17799) es un gran ejemplo. Esta norma pide, entre otras cosas, que las organizaciones sepan bien qué activos de información tienen y quién es responsable de ellos; valorar estos activos es un primer paso crucial. La ISO 17799 también daba ideas concretas, como la importancia de hacer copias de seguridad de las bases de datos para asegurar que la información esté siempre disponible y completa. Otros estándares como ITIL (para la gestión de servicios de TI) y CoBIT (para el gobierno de TI) también son como faros que nos orientan para crear un buen Plan Integral de Seguridad de la Información (PISI) en la UPT Bolívar.

Un corazón que late dentro de toda esta seguridad es la gestión de riesgos. Antes de poder proteger algo, tenemos que entender qué podría amenazarlo. Una parte clave aquí es la planificación: definir quiénes se encargarán, qué recursos se necesitan, cuándo se harán las cosas y con qué presupuesto. Y para saber qué proteger, un grupo variado de personas,



incluyendo a quienes son "dueños" de la información o los sistemas en los proyectos de la UPT Bolívar, deben ayudar a identificar y valorar esos activos.

Si los proyectos informáticos en la UPT Bolívar implican desarrollar sistemas, también es útil entender cómo se hace esto. Generalmente, se va paso a paso, desde una idea general hasta los detalles más concretos. Se usan "modelos" para representar cómo funcionará el sistema y cómo se manejarán los datos (Fábregas, 2008, p. 130). Estos modelos nos ayudan a entender la complejidad y a hablar con quienes usarán el sistema para definir bien lo que se necesita. Asegurar que las políticas de seguridad se piensen desde estas primeras etapas del desarrollo de los proyectos es fundamental [6] [8].

Es crucial recordar las normas que nos guían, más aún siendo la UPT Bolívar una entidad del gobierno venezolano, en donde la Constitución de Venezuela nos marca el camino, señalando la independencia de las universidades y el valor social de la ciencia y la tecnología y aparte, leyes como la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Ley Contra Delitos Informáticos y el Decreto de Mensajes de Datos son como un mapa que nuestras estrategias de seguridad deben seguir y tener muy en cuenta. [3]

Todos estos conceptos, modelos, normas y leyes forman el equipaje de conocimiento con el que emprendemos este estudio, porque estos nos brindan las herramientas que necesitamos para analizar la realidad de la UPT Bolívar y proponer caminos para que sus proyectos informáticos sean cada vez más seguros.

3. Método, materiales y equipos

En esta sección detallamos cómo se llevaron a cabo los estudios, incluyendo los prototipos o innovaciones desarrolladas, las pruebas realizadas y los materiales, equipos e instrumentos cualitativos y cuantitativos utilizados.

3.1. Diseño y Tipo de Investigación

El estudio adoptó un enfoque descriptivo-diagnóstico, con un diseño de campo no experimental ya que el objetivo fue diagnosticar el estado actual de las políticas de seguridad aplicadas a los proyectos del PNF Informática para identificar fortalezas, debilidades y



proponer los lineamientos de mejora.

3.2. Población y Muestra

La población objeto de estudio estuvo constituida por los proyectos informáticos plenamente aprobados y desarrollados en el Programa Nacional de Formación (PNF) en Informática de la UPT Bolívar, incluyendo los proyectos de informática socio-tecnológica, los desarrollos internos y los trabajos de grado. Para realizar los análisis, se eligió la muestra intencional no probabilística que estuvo constituida por 15 proyectos seleccionados con el fin de ser representativos por sus niveles de alcance y de criticidad. Incorporamos a través de informantes, 5 coordinadores y docentes que aseguran un caudal de información, porque cuentan con profundos conocimientos sobre y desempeñan una serie de roles en el área de gestión de los proyectos.

3.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se emplearon las siguientes técnicas:

Análisis Documental: Se realizó una revisión de los documentos relacionados con los 15 proyectos (políticas de seguridad, manuales de usuario, especificaciones técnicas) para determinar la presencia de lineamientos asociados a la seguridad de la información.

Encuesta (Checklist): Se desarrolló un instrumento tipo checklist con 50 ítems que se deriva de los principales dominios de control establecidos en la norma ISO 27001. Este checklist fue validado por expertos y aplicados a través de entrevistas con coordinadores e incorporación de la revisión de la configuración de cada uno de los proyectos; es decir, se evaluó la realidad del nivel de implementación de los controles de seguridad.

3.3. Procedimiento de Investigación y Análisis de Datos

Los datos de la checklist fueron posteriormente tabulados y analizados mediante estadística descriptiva para proporcionar cálculos de porcentajes de cumplimiento y no cumplimiento de cada dominio de seguridad evaluado, de esta manera se obtuvo la

identificación de forma objetiva de las brechas que son prioritarias.

3.4. Materiales y Equipos

Los recursos materiales fueron:

Recursos Humanos: Comunidad, grupos multidisciplinarios, equipos auditores, personal técnico (TSU en informática) y personal en la investigación.

Recursos Materiales: *Hardware:* : Ordenadores, memorias USB, hojas, bolígrafos, libretas, aparatos para grabar sonido y cámaras fotográficas. *Software:* Utilitarios de oficina (Calc para analizar datos) y programas especiales para pruebas de seguridad.

Normativa Documental: Normas ISO/IEC 17799 e ISO/IEC 27001, ITIL, CoBIT y elementos conceptuales (modelos de madurez, Planes Globales de Seguridad e indicadores de gestión) que sirvieron de soporte para las evaluaciones y propuestas. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1. Diagnóstico de Políticas de Seguridad en la UPT Bolívar

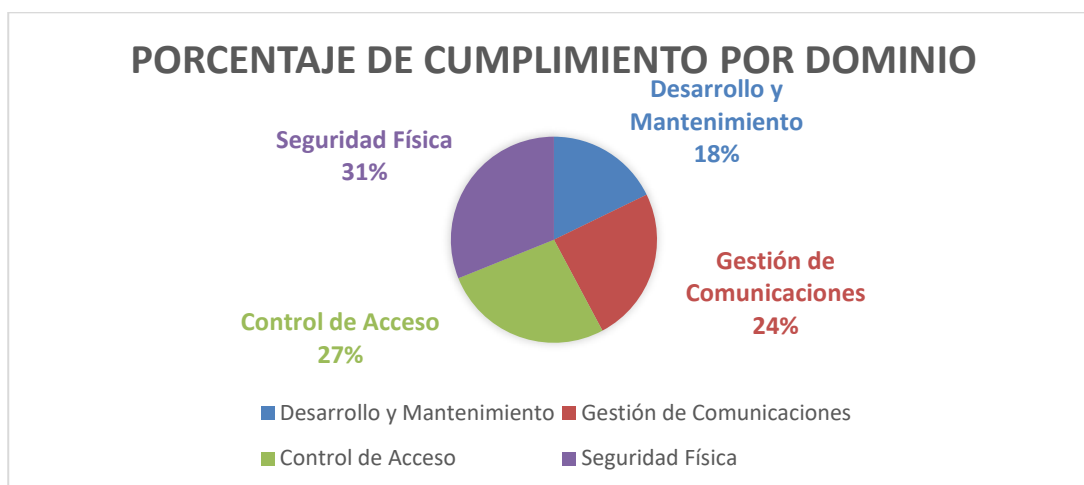
Los resultados obtenidos a partir de la ejecución del instrumento de evaluación son los siguientes en lo referente al cumplimiento de las políticas de seguridad en la muestra de proyectos evaluados.

Dominio de Control (Basado en ISO 27001)	Controles Evaluados	Controles Cumplidos	Porcentaje de Cumplimiento (%)	Hallazgos Relevantes (Brechas Encontradas)
1. Políticas de Seguridad	5	1	20.0%	Políticas no documentadas, informales o inexistentes en la mayoría de los proyectos.
2. Control de Acceso	10	3	30.0%	Gestión de contraseñas débil; no hay una gestión formal de privilegios de usuario.
3. Seguridad Física y del Entorno	5	3	60.0%	Acceso a laboratorios controlado, pero sin registro de acceso a servidores o equipos críticos.
4. Gestión de Comunicaciones y Operaciones	15	3	20.0%	Inexistencia de copias de seguridad regulares ²² ; sin planes de

				recuperación ³³ ; gestión de cambios informal.
5. Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas	15	1	6.7%	Carencia total de un ciclo de vida de desarrollo seguro (SSDLC); no se aplican parches ⁴⁴ ; software desactualizado.
Promedio General de Cumplimiento	50	11	22.0%	Nivel de madurez general "Inexistente" o "Inicial", con riesgos operativos críticos.

Fuente: Elaboración Propia (basada en la evaluación en UPT Bolívar).

Figura 1: Estado del cumplimiento de los Controles de Seguridad por Dominio



Fuente: Elaboración Propia.

Análisis e Interpretación (Auditoría Informática)

Los resultados exhibidos en la Tabla 1, reflejan el estado crítico en el que se halla la seguridad necesaria para la correcta elaboración de los proyectos informáticos de la UPT Bolívar, arrojando un cumplimiento promedio general de tan solo 22.0%.

El dominio con menor cumplimiento corresponde al de "Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas" (6.7%) , donde se sugiere la existencia de importantes vulnerabilidades, producidas por la elaboración de los proyectos sin tener en cuenta la seguridad en el diseño y que, a su vez, no son objeto de actualizaciones periódicas; seguido de manera próxima, nos encontramos con las puntuaciones de "Gestión de Comunicaciones y Operaciones"(20.0%) y de las "Políticas de Seguridad"(20.0%), donde se asienta la ausencia de procesos formales como copias de seguridad o planes de continuidad, e igualmente, la falta de documentación

y gobernanza. Si bien el ámbito de la "Seguridad Física" (60.0%) consigue un comportamiento relativamente mejor, lo cierto es que el mal estado de los controles de acceso lógico (30.0%) facilita la exposición de los sistemas. Con todo ello, la conclusión apunta a una necesidad urgente de emprender la implementación de un Plan integral que contemple estándares.

4.2. Diseño de Lineamientos para el Fortalecimiento Cibernético

Partiendo del panorama de las brechas críticas expuestas en el diagnóstico anterior (4.1), se diseñó la siguiente estructura de lineamientos para el fortalecimiento cibernético de la UPT Bolívar.

Tabla 2: Estructura de los Lineamientos Propuestos para la UPT Bolívar

Eje Estratégico	Objetivo del Eje	Lineamientos Clave Propuestos
1. Gobernanza y Política	Establecer un marco normativo claro y responsabilidades definidas.	- Creación del Comité de Ciberseguridad de la UPT Bolívar. - Desarrollo y aprobación de la Política General de Seguridad de la Información. - Definición de roles y responsabilidades de seguridad para docentes y estudiantes.
2. Gestión del Desarrollo Seguro	Integrar la seguridad en el ciclo de vida de los proyectos del PNF Informática.	- Implementación de un Ciclo de Vida de Desarrollo Seguro (SSDLC) obligatorio. - Estandarización de pruebas de seguridad (análisis de vulnerabilidades) antes del despliegue. - Política de gestión de parches y actualizaciones.
3. Gestión de Operaciones y Continuidad	Asegurar la disponibilidad e integridad de la información.	- Diseño e implementación de un Plan de Copias de Seguridad centralizado. - Creación de un Plan de Recuperación ante Desastres (DRP) para servicios críticos. - Implementación de herramientas de monitoreo de red.
4. Concienciación y Capacitación	Fomentar una cultura de ciberseguridad en la comunidad universitaria.	- Programa anual de capacitación obligatoria en buenas prácticas de seguridad. - Campañas de sensibilización sobre riesgos (ej. phishing, malware). - Capacitación técnica especializada para desarrolladores de proyectos.



Fuente: Elaboración Propia.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El diagnóstico de la UPT Bolívar muestra que la utilización de controles operacionales sobre seguridad en proyectos informáticos en dicha Universidad está a un nivel crítico, con un porcentaje promedio general de 22,0%. Este porcentaje demuestra una madurez en los controles de seguridad en proyectos informáticos como "Inexistente" o "Inicial" y con un nivel de riesgos críticos.

La brecha más importante de los controles es la del dominio "Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas" con un cumplimiento de un porcentaje muy bajo, de 6,7%. Esto indica que los proyectos informáticos se desarrollan sin tener en cuenta los controles de seguridad, partiendo de una actividad que no es SSDLC, porque no existen parches, actualizaciones y los sistemas se crean de forma tal que las vulnerabilidades son muy elevadas.

Hay carencias graves en los dominios operativos como **"Gestión de Comunicaciones y Operaciones" (20,0%)** y las **"Políticas de Seguridad" (20,0%)**; se demuestra que existe una escasez de los procesos formales (por ejemplo, falta copias de seguridad de forma regular, etc.) y que no hay una gobernanza formal sobre la seguridad, así como documentación formal.

Aunque la **"Seguridad Física" (60.0%)** es el área donde se obtiene un mejor rendimiento, las vulnerabilidades del **"Control de Acceso" lógico (30.0%)**, señaladas aquí, son una muestra de que las protecciones físicas por sí solas no son suficientes para ello.

Los propósitos de la investigación han logrado su objetivo, cumpliendo con identificar estas debilidades concretas mediante un diagnóstico de la UPT Bolívar, hallazgos que ponen de manifiesto la importancia de los **lineamientos planteados** en este trabajo, que abordan la gobernanza, la forma de desarrollo seguro, la actividad de gestión de operaciones y la concienciación como elementos para el fortalecimiento de la institución.



5.2 Recomendaciones

Desarrollar e implementar en funcionamiento un Plan de Seguridad de la Información completo para la UPT Bolívar, siguiendo normas como ISO 27001. Este plan debe arreglar los problemas vistos, empezando por escribir bien las normas, los pasos a seguir y los controles de seguridad para cada proyecto de informática.

Implementar un sistema para que el desarrollo sea seguro desde el principio (SSDLC), asegurarse de que los arreglos y actualizaciones se hagan a tiempo, y hacer pruebas de seguridad cada cierto tiempo a los sistemas que se crean y se usan en los proyectos de informática.

Crear un programa que siempre esté enseñando y capacitando sobre Ciberseguridad a todos los que trabajan y estudian en proyectos de informática, explicando bien las buenas costumbres, cómo reconocer los peligros y qué debe hacer cada uno para proteger la información.

Realizar auditorías internas y revisar su funcionamiento cada cierto período de tiempo, adaptándose a lo que necesita la UPT Bolívar, con el fin de observar si los controles que se han puesto funcionan adecuadamente y cambiar las estrategias de seguridad según sea necesario.

Asegurar que la UPT Bolívar cuente con las herramientas y tecnologías necesarias para el monitoreo efectivo del tráfico de red, la detección de intrusiones, la prevención de malware y la protección de datos, alineadas con las políticas y procesos definidos.

Perspectivas de Continuidad Futura en la Línea de Investigación

Realizar un estudio longitudinal para medir el impacto de la implementación de los lineamientos propuestos en el nivel de madurez y cumplimiento de la seguridad de los proyectos informáticos en la UPT Bolívar a lo largo del tiempo.

Investigar la adaptación y aplicabilidad de marcos de ciberseguridad emergentes (ej. ciberresiliencia, inteligencia de amenazas) al contexto específico de las universidades



politécnicas territoriales en Venezuela.

Desarrollar herramientas o guías metodológicas simplificadas para la autoevaluación de la seguridad en proyectos informáticos de menor envergadura dentro de la comunidad universitaria.

Explorar el impacto de la adopción de tecnologías libres en la postura de seguridad de las instituciones universitarias, como se menciona en el resumen del trabajo, y cómo esto se alinea con el fortalecimiento cibernético.

Referencias

- [1] F. Nicolás, E. Rodrigo, and Mirian, “Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001,” *Revista Tecnológica - ESPOL*, vol. 28, no. 5, 2015, Accessed: May 11, 2025. [Online]. Available: <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/456>
- [2] C. Mauricio, D. Felipe, and D. Marcela, “Políticas de seguridad informática para la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla sede principal de Neiva – Huila.,” *Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia*, Sep. 26, 2016. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/aebd711d-214b-4a59-b031-1e8d686520af> (accessed May 11, 2025).
- [3] Castañón Octavio and M. A. AGuilar Párraga, “Análisis comparativo de las políticas públicas en tecnología educativa / Comparative analysis of public policies in educational technology,” *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, pp. 1–15, Sep. 2017, doi: <https://doi.org/10.15178/va.2017.140.1-15>.
- [4] E. Javier, “La importancia de la seguridad informática en la educación digital: retos y soluciones,” *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 7, no. 1, pp. 609–616, 2023, doi: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8977055.pdf>.
- [5] O. Andrés, “Introducción a la Seguridad Informática,” *Repositorio - Fundación Universitaria Konrad Lorenz*, Nov. 04, 2019.



<https://repositorio.konradlorenz.edu.co/entities/publication/afd5cf2d-bc9d-4d3f-84d2-a98f5cf8a01f> (accessed May 11, 2025).

[6] David, “Análisis de metodologías y buenas prácticas empleadas para el desarrollo seguro de aplicaciones,” *Unad.edu.co*, 2025, doi: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/67968>.

[7] L. Lorena, “Seguridad informática y seguridad de la información,” *Unipiloto.edu.co*, 2015, doi: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2821>.

[8] J. Antonio, “Seguridad informática en desarrollo de software con metodologías ágiles,” *Unipiloto.edu.co*, 2023, doi: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12502>.

[9] “Introducción a la seguridad informática y el análisis de vulnerabilidades - 3Ciencias,” *3Ciencias*, Oct. 16, 2018. <https://3ciencias.com/libros/libro/introduccion-a-la-seguridad-informatica-y-el-analisis-de-vulnerabilidades/> (accessed May 12, 2025).

[10] C. Mario, “Diferencia entre seguridad informática y ciberseguridad,” *Unipiloto.edu.co*, 2018, doi: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8600>.

[11] B. Alejandro, “El rol de la seguridad informática en el ámbito académico y los sistemas de información asociados” *iiisci.org*, 2020, doi: <https://www.iiisci.org/journal/PDV/risci/pdfs/CB294NT20.pdf>.

[12] J. Vladimir, “Estandarización de los procesos de desarrollo de software utilizando buenas prácticas de programación y Scrum como marco de trabajo ágil en departamentos de TI,” *Uta.edu.ec*, 2019. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/ca5c6b70-a024-4e25-af87-adeedfb31c51> (accessed May 12, 2025).

[13] Areiza, K., Barrientos, A., Rincón, R. y Lalinde, J. “Hacia un modelo de madurez para la seguridad de la información”, *Memorias del Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática*, Valparaíso. Argentina, (2005).



[14] Alberto G. Alexander, “Detalles de: Diseño de un sistema de gestión de seguridad de información: Óptica ISO 27001:2005” *Puce.edu.ec*, 2025.
<https://catalogobiblioteca.puce.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=210786>
(accessed May 12, 2025).